

放射線防護

2021

原子力発電所における 職業被ばく

ISOE プログラム
第 28 回年次報告書（2018 年）

© OECD 2021
NEA No. 7536
経済協力開発機構
原子力機関

序文

世界全体で、原子力発電所での職業被ばくは 1990 年代初頭以来着実に低減してきた。規制面の圧力、技術進歩、プラントの設計や運転手順の改善、ALARA 文化、及び経験の交換がこの低減傾向に貢献してきた。しかし、世界中の原子力発電所で続いている経年劣化と寿命延長の可能性、継続的な経済的圧力、規制、社会、政治の漸進的変化、及び原子力発電所新設の可能性を背景に、職業被ばくが合理的に達成可能な限り低く（ALARA）なることを確実にするという任務は、経済的及び社会的要因を考慮した場合、放射線防護専門家に対して依然として課題を提起し続けている。

1992 年以来、OECD 原子力機関（NEA）と国際原子力機関（IAEA）の共同出資による職業被ばく情報システム（ISOE）は、世界中の原子力発電事業者と国内規制当局の放射線防護専門家が原子力発電所作業員の放射線防護のための国際的協力事業について協議、促進、調整するためのフォーラムを提供してきた。ISOE の目標は、職業放射線防護を最適化する方法について広範かつ定期的に更新される情報、データ、経験を交換することによって、原子力発電所での職業被ばく管理を改善することである。

1 つの技術交換のイニシアティブとして、ISOE プログラムには、世界規模の職業被ばくデータの収集・分析プログラム（原子力発電所についての世界最大の職業被ばくデータベースとなっている）並びに線量低減の情報及び経験を共有するための情報ネットワークが含まれている。ISOE の発足以来、その参加者は、各地の放射線防護プログラムでの ALARA 原則の適用を促進する線量傾向分析、手法比較、並びに費用・便益及びその他の解析のために、職業被ばくのデータと情報を交換するこのデータベースと通信ネットワークのシステムを利用してきた。

この ISOE プログラム第 28 回年次報告書では、2018 年の ISOE プログラムの状況を紹介する。

「…ALARA の経験、線量低減手法、原子力施設職員及び請負業者従業員の個人・集団放射線量に関する情報やデータを交換し、分析することは、効果的な線量管理プログラムを実施し、ALARA 原則を適用するために不可欠である。」（ISOE 規約、2016～2019 年）

目次

ISOE プログラム 第 28 回年次報告書 (2018 年)	1
目次.....	4
図	5
表	5
略語・頭字語	7
概要	9
1. 職業被ばく情報システム (ISOE) への参加の状況	11
2. 職業被ばくの傾向	14
2.1 職業被ばくの傾向：運転中の原子炉	14
2.2 職業被ばくの傾向：最終的に停止された原子炉	24
3. ISOE 参加国における主要事象	29
アルメニア	30
ベルギー	31
ブラジル	33
ブルガリア	34
カナダ	36
中国	40
チェコ共和国	41
フィンランド	42
フランス	45
ドイツ	49
ハンガリー	51
イタリア	52
日本	53
韓国	55
リトアニア	57
メキシコ	59
オランダ	61
パキスタン	62
ルーマニア	63
ロシア連邦	65
スロバキア共和国	68
南アフリカ	72
スペイン	73
スウェーデン	78
スイス	84
ウクライナ	85
英国	86
米国	88
4. ISOE 経験情報交換活動	91
4.1 ISOE シンポジウム及びその他イベント	91
4.2 ISOE Web サイト (www.isoe-network.net)	93

4.3 ISOE ベンチマーキング視察	94
4.4 ISOE 運営	94
附属書1 (Annex 1) 更新された ISOE 付託事項 (2016-2019) における ISOE の参加状況	97
国際協力.....	103
技術協力合意.....	103
附属書2 (Annex 2) ISOE ビューロー、事務局、技術センター.....	105
附属書3 (Annex 3) ISOE 運営委員会及びナショナルコーディネータ (2018).....	109
附属書4 (Annex 4) ISOE Working Groups (2018).....	113
附属書5 (Annex 5)	117
List of ISOE publications	117
Reports	117
ISOE News.....	119
ISOE Information Sheets	119
NEA PUBLICATIONS AND INFORMATION.....	129

図

図 2.1. ISOE に含まれている運転中の全原子炉の原子炉型式別の年間集団線量の 3 カ年移動平均 1992～2018 年 (人・Sv/基)	15
図 2.2. 2018 年における国別の PWR 1 基あたりの平均集団線量 (人・Sv/基)	17
図 2.3. 2018 年における国別の VVER 1 基あたりの平均集団線量(人・Sv/基).....	17
図 2.4. 2018 年における国別の BWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基).....	18
図 2.6. 2005～2018 年における国別の PWR の 3 カ年移動平均集団線量(1).....	20
図 2.7. 2005～2018 年における国別の PWR の 3 カ年移動平均集団線量(2).....	20
図 2.8. 2005～2018 年における国別の PWR の 3 カ年移動平均集団線量(3).....	21
図 2.9. 2005～2018 年における国別の PWR の 3 カ年移動平均集団線量(4).....	21
図 2.10. 2005～2018 年における国別の VVER の 3 カ年移動平均集団線量 (1).....	22
図 2.11. 2005～2018 年における国別の VVER の 3 カ年移動平均集団線量(2).....	22
図 2.12. 2005～2018 年における国別の BWR の 3 カ年移動平均集団線量(1)	23
図 2.13. 2005～2018 年における国別の BWR の 3 カ年移動平均集団線量(2)	23
図 2.14. 2005～2018 年における国別の PHWR の 3 カ年移動平均集団線量.....	24
図 2.15. 2014～2018 年における国別の停止中 PWR の平均年間集団線量	26
図 2.16. 2014～2018 年における国別の停止中 VVER の平均年間集団線量	26
図 2.17. 2014～2018 年における国別の停止中 BWR の平均年間集団線量.....	27
図 2.18. 2014～2018 年における国別の停止中 GCR の平均年間集団線量.....	27
図 2.19. 2014～2018 年における国別の停止中 PHWR、LWGR、LWCHWR の平均年間集団線量.....	28

表

表 1.1 正式な ISOE 参加者及び ISOE データベース(2018 年 12 月時点).....	12
表 2.1 国別及び原子炉型式別の 1 基当たり平均年間集団線量 2016～2018 年 (人・Sv/基)	16
表 2.2 国別及び原子炉型式別の 1 基当たり 3 カ年移動平均年間集団線量 (2014～2016 年及び 2016～2018 年、人・Sv/基)	19
表 2.3 最終的に停止された原子炉に関する国別及び原子炉型式別の基数と 1 基当たり 平均年間線量 (2016 年～2018 年、人・mSv/基)	25
表 3.1 2018 年における福島第一 NPP の被ばく線量の蓄積線量分布.....	54

表 3.2	NPP における職業線量分布 (2018 年).....	56
表 3.3	パキスタンにおける停止情報 (回数と期間)	62
表 3.4	計画停止期間と集団線量.....	66
表 3.5	強制停止期間と集団線量.....	66
表 3.6	停止期間と集団線量.....	76
表 3.7	作業者の被ばくの分布.....	88
表 3.8	2018 年米国 PWR 及び BWR についての集団線量.....	89

略語・頭字語

ALARA	As low as reasonably achievable (合理的に達成可能な限り低く)
ANRA	Armenian Nuclear Regulatory Authority (アルメニア原子力規制庁)
ANVS	Authority for Nuclear Safety and Radiation Protection (オランダ原子力安全・放射線防護庁)
ASN	French Nuclear Safety Authority (Autorité de sûreté nucléaire) (フランス原子力安全機関)
ATC	Asian Technical Centre (アジア技術センター)
BWR	Boiling water reactor (沸騰水型原子炉)
CANDU	Canada Deuterium Uranium (a Canadian Pressurised heavy water reactors (PHWR) design) (カナダ型加圧重水炉)
ČEZ	Czech Energy Conglomerate(České Energetické Závody) (チェコ国営電力会社)
CGN	China General Nuclear Power Group (中国広核集团公司)
CNCAN	Romanian National Commission for Nuclear Activities Control (ルーマニア原子力活動管理委員会)
CNEN	Brazilian Nuclear Energy Commission (ブラジル原子力委員会)
CNSC	Canadian Nuclear Safety Commission (カナダ原子力安全委員会)
CNNC	China National Nuclear Corporation (中国核工業集团公司)
CNNP	China National Nuclear Power (中国国家原子力発電有限公司)
CAEA	China Atomic Energy Authority (中国国家原子能機構)
CPD	Co-operative Programme for the Exchange of Scientific and Technical Information on Nuclear Installation Decommissioning Projects (NEA)
CSN	Spanish Nuclear safety Council (Consejo de Seguridad Nuclear) (スペイン原子力安全委員会)
EC	European Commission (欧州委員会)
ENRESA	Spain's National Radioactive Waste Company (Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S.A.) (スペイン放射性廃棄物管理公社)
EDF	Électricité de France (フランス電力会社)
ENSI	Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate (スイス連邦原子力安全検査局)
EPZ	Elektricitets Produktiemaatschappij Zuid (Electricity Production Company South-Netherlands) (オランダ EPZ 社)
FANC/AFCN	Federaal Agentschap voor Nucleaire Control/Agence Fédérale de Contrôle Nucléaire) (ベルギー 原子力管理庁)
FANR	Federal Authority for Nuclear Regulation (United Arab Emirates) (UAE 原子力規制庁)
FENOC	FirstEnergy Nuclear Operating Co. (ファーストエナジー・ニュークリアオペレーティング社 米国)
FKA	Forsmarks Kraftgrupp AB (フォルクスマーク電力会社 スウェーデン)
GCR	Gas-cooled reactor (ガス冷却炉)
IAEA	International Atomic Energy Agency (国際原子力機関)
ISOE	Information System on Occupational Exposure (職業被ばく情報システム)
KINS	Korea Institute of Nuclear Safety (韓国原子力安全技術院)
LWGR	Light water graphite reactor (黒鉛減速沸騰軽水圧力管型原子炉)

NATC	North American Technical Centre (北アメリカ技術センター)
NEA	Nuclear Energy Agency (原子力機関)
NEI	Nuclear Energy Institute (原子力エネルギー協会 米国)
NNR	National Nuclear Regulator (原子力規制庁 南アフリカ)
NRA	Bulgarian Nuclear Regulatory Agency (ブルガリア原子力規制庁)
NRA	Nuclear Regulation Authority (原子力規制庁 日本)
NRC	Nuclear Regulatory Commission (原子力規制委員会 米国)
NSC	Nuclear and Radiation Safety Center (原子力・放射線安全センター 中国)
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development (経済協力開発機構)
ONR	Office for Nuclear Regulation (United Kingdom) (原子力規制庁 英国)
PAEC	Pakistan Atomic Energy Commission (パキスタン原子力委員会)
PHWR	Pressurised heavy water reactor (加圧重水型原子炉)
PWR	Pressurised water reactor (加圧水型原子炉)
RAB	Ringhals AB (リングハルス社 スウェーデン)
RP	Radiological protection (放射線防護)
RPV	Reactor pressure vessel (原子炉圧力容器)
SBPR	Sociedade Brasileira de Proteção Radiologica (ブラジル放射線防護学会)
SGR	Steam generator replacement (蒸気発生器取替)
SNRIU	State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine (ウクライナ国家原子力規制検査局)
SNSA	Slovenian Nuclear Safety Administration (スロベニア原子力規制庁)
SRPA	Slovenian Radiation Protection Administration (スロベニア放射線防護庁)
SSM	Swedish Radiation Safety Authority (スウェーデン放射線安全機関)
STUK	Radiation and Nuclear Safety Authority (フィンランド放射線および核安全局)
SUJB	State Office for Nuclear Safety (チェコ原子力安全庁)
TLD	Thermoluminescence dosimeters (熱ルミネッセンス線量計)
TVA	Tennessee Valley Authority (テネシー川流域開発公社 米国)
TVO	Teollisuuden Voima Oyj (フィンランド産業電力)
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (原子放射線の影響に関する国連科学委員会)
UVZSR	Public Health Authority of the Slovak Republic (スロバキア公衆衛生局)
VATESI	Valstybin atominės energetikos saugos inspekcija (リトアニア国家原子力安全検査局)
VVER	Vodo-vodyanoy energy reactor (ロシア型加圧水型原子炉)
WGDA	Working Group on Data Analysis (データ分析に関する作業グループ NEA)

概要

1992 年以来職業被ばく情報システム (ISOE) は、原子力発電所及び国内規制当局の放射線防護専門家のための世界的な情報・経験交換ネットワークを通じて、また ALARA 管理のための関連技術資源の発表を通じて、原子力発電所における作業員の放射線防護の最適化を支援してきた。この ISOE プログラム第 28 回年次報告書では、2018 年における ISOE プログラムの状況を紹介する。

ISOE は OECD/NEA と IAEA の共同出資によるものであり、その会員資格は、ISOE プログラムの規約を受け入れる世界中の電気事業者及び放射線防護規制当局に対して開かれている。2016～2019 年に関する現在の ISOE 規約は、2016 年 1 月 1 日に発効した。2018 年 12 月 31 日時点で、ISOE プログラムには 31 カ国で 76 の電気事業者 (352 基の運転中のユニット及び 61 基の停止中ユニット及び 10 基の建設中/試運転中のユニット) と 26 カ国で 28 の規制当局が参加していた。ISOE データベースには、500 基の原子炉¹における職業被ばくに関する情報が取り込まれ、世界中で稼働している商業用発電用原子炉のおよそ 85% を網羅している。4 つの ISOE 技術センター (アジア、欧州、北アメリカ及び IAEA) が、ISOE プログラムの日常的な技術的業務を管理している。

運転中の発電用原子炉について ISOE メンバーから提供された職業被ばくデータに基づくと、1 基当たりの 2018 年平均年間集団線量と、1 基当たりの 3 カ年移動平均 (2016～2018 年) は、以下のとおりであった。

	2018 年 平均年間集団線量 (人・Sv/基)	2016 年～2018 年の 3 カ年移動平均 (人・Sv/基)
加圧水型原子炉 (PWR)	0.42	0.41
加圧水型原子 (VVER)	0.53	0.46
沸騰水型原子炉 (BWR)	0.67	0.76
加圧重水型原子炉 (PHWR)	1.18	1.05

ISOE データベースには、運転中の原子炉からの情報に加え、停止中又は廃止措置段階にある原子炉 106 基²からの線量データが含まれている。それらの原子炉ユニットは、一般的に型式と規模がさまざまであり、廃止措置プログラムのさまざまな段階にあるため、明確な線量傾向を特定することは困難である。しかし、より良いベンチマーキングを促進すべく、それらの原子炉に関するデータ収集を改善するための作業が 2018 年も継続された。運転中の原子炉及び廃止措置段階にある原子炉に関する職業線量傾向の詳細が、本報告書の第 2 章で示されている。

ISOE はその職業被ばくのデータと分析でよく知られているが、このプログラムの強みはそうした情報をその参加者間で広く共有するという目的に由来している。2018 年、ISOE 参加者には、ISOE ネットワーク・ウェブサイト (www.isoe-network.net) を通じ、ウェブベースで包括的に線量低減及び ISOEALARA 資源に関する情報や経験を交換する場が引き続き提供された。

¹ これまで ISOE プログラムに取り込まれたすべての原子炉 (2018 年及びそれ以前)

² ISOE 参加者 (61 基) 及び ISOE 不参加者 (45 基)

原子力発電所における職業被ばく管理に関する年次 ISOE ALARA シンポジウムは引き続き、ISOE の参加者及び供給業者にとって、職業被ばく問題に関する実用的な情報や経験及び管理の取り組みを交換する重要なフォーラムとなった。2018 年に、アジア技術センターが京都（日本）で ISOE 国際 ALARA シンポジウムを主催した。また2つの地域的なシンポジウムを、北アメリカ技術センターが米国フォート・ローダーデールで、欧州技術センターがスウェーデンのウプサラで主催した。

迅速な技術的フィードバックを求める特別な要請に対して、また ISOE 地域間の線量低減情報交換を目的とする自発的なサイト・ベンチマーキング視察の企画において、各技術センターは支援を行った。ISOE シンポジウムと技術的視察の組み合わせによって、放射線防護専門家らが会合し、情報を共有し、ISOE 地域間で連携を構築し、職業被ばく管理のための世界的なアプローチを構築する手段が提供されている。

ISOE データ分析ワーキンググループ（WGDA）は、ISOE データベースの完全性及び一貫性の維持に重点を置きながら、ISOE データ及び経験の技術的解析を継続的に支援した。

原子力発電所（NPP）のデコミッショニング活動における放射線防護に関するワーキンググループ（WGDECOM）が正式なワーキング・グループとして活動を継続し、運転中の放射線防護のデータと、廃止措置段階もしくはその準備段階にある原子力発電所の経験を十分に共有するためのプロセスを ISOE プログラム内で開発する活動を実施している。

ISOE 参加国における主な出来事について本報告書の第 3 章で概説している。

1. 職業被ばく情報システム(ISOE)への参加の状況

1992 年以来 ISOE は、電気事業者及び国内規制当局の放射線防護専門家のための世界的な情報・経験交換ネットワークを通じて、また ALARA³管理のための関連技術資源の発表を通じて、原子力発電所における作業員の放射線防護の最適化を支援してきた。ISOE プログラムには、世界的規模の職業被ばくデータ収集・分析プログラム（原子力発電所に関する世界最大の職業被ばくデータベースとなっている）と、線量低減の情報と経験を共有するための通信ネットワークが含まれている。ISOE 発足以来その参加者らは、これらの資源を活用し、各地の放射線防護プログラムにおける ALARA 原則の適用を促進する線量傾向分析、手法比較、並びに費用・便益及びその他の解析のために、また経験を世界的に共有するために、職業被ばくのデータと情報を交換している。

ISOE の参加者には、規約（2016～2019 年）に従って ISOE の運営に参加することに同意した原子力発電事業者（公共及び民間）、国内規制当局（又はそれらを代理する機関）及び ISOE 技術センターが含まれている。4 つの ISOE 技術センター（アジア、欧州、北アメリカ、IAEA）は、4 つの ISOE 地域のメンバーを支援するために日常の技術活動を管理している（国と技術センターの提携については付属書 3 を参照）。ISOE の目的は、参加者に以下を提供することである。

- 原子力発電所における作業員の防護を改善する方法及び職業被ばくに関する、広範かつ定期的に更新される情報
- 集められたデータの評価や分析など、上記の問題に関する情報を、放射線防護の最適化に寄与するものとして普及させるメカニズム

2018 年 12 月時点で ISOE 事務局が得たフィードバックによれば、ISOE プログラムに参加していたのは、352 基の運転中のユニット、61 の停止中ユニット、10 の建設中/コミッショニング中のユニットを含む、31 カ国の 76 の電気事業者、並びに 26 カ国の 28 の規制当局である。表 1.1 において、2018 年 12 月時点におけるすべての参加者を、国別、原子炉型式別及び原子炉状況別にまとめている。本報告書発表の時点で ISOE に正式に加盟していた原子炉、電気事業者及び当局の完全なリストは、付属書 1 に示されている。

参加当局は、参加電気事業者によって毎年提供される被ばくデータに加えて、一部の許可取得者が ISOE メンバーではない場合においても公式の国内データにより貢献することができる。

ISOE データベースには、合計して 31 カ国の 500 基の原子炉（384 基が運転中、106 基が停止中又は廃止措置の何らかの段階）における職業被ばくのデータと情報が含まれており、これは世界中にある運転中の商業用発電用原子炉の約 85%を網羅している。。ISOE データベースは、ISOE ネットワーク・ウェブサイトを通じて、すべての ISOE メンバーがその参加電気事業者又は参加当局としての立場に応じて入手できるようになっている。

³ ALARA: as low as reasonably achievable 被ばくを「合理的に達成できる限り低く保つ」という放射線防護の原則

表 1.1 正式な ISOE 参加者及び ISOE データベース(2018 年 12 月時点)

注記：本報告書発表時点での正式な ISOE 参加者のリストは、付属書 1 で示されている。

運転中の原子炉: ISOE 参加者							
国名	PWR	VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	合計
アルメニア	-	1	-	-	-	-	1
ベルギー	7	-	-	-	-	-	7
ブラジル	2	-	-	-	-	-	2
ブルガリア	-	2	-	-	-	-	2
カナダ	-	-	-	19	-	-	19
中国	23	2	-	2	-	-	27
チェコ共和国	-	6	-	-	-	-	6
フィンランド	-	2	2	-	-	-	4
フランス	58	-	-	-	-	-	58
ハンガリー	-	4	-	-	-	-	4
日本	17	-	22	-	-	-	39
韓国	20	-	-	4	-	-	24
メキシコ	-	-	2	-	-	-	2
オランダ	1	-	-	-	-	-	1
パキスタン	4	-	-	1	-	-	5
ルーマニア	-	-	-	2	-	-	2
ロシア	-	19	-	-	-	-	19
スロバキア共和国	-	4	-	-	-	-	4
スロベニア	1	-	-	-	-	-	1
南アフリカ	2	-	-	-	-	-	2
スペイン	6	-	1	-	-	-	7
スウェーデン	3	-	5	-	-	-	8
スイス	3	-	2	-	-	-	5
ウクライナ	-	15	-	-	-	-	15
英国	1	-	-	-	-	-	1
米国	59	-	28	-	-	-	87
合計	207	55	62	28	0	0	352
運転中の原子炉: ISOE には参加していないが、ISOE データベースに記載されているもの							
国名	PWR	VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	合計
ドイツ	6	-	1	-	-	-	7
英国	-	-	-	-	14	-	14
米国	6	-	5	-	-	-	11
合計	12	0	6	0	14	0	32
ISOE データベースに含まれている運転中の原子炉の合計数							
	PWR	VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	合計
合計	219	55	68	28	14	0	384

注記：PWR（加圧水型原子炉）、VVER（ロシア型加圧水型原子炉）、BWR（沸騰水型原子炉）PHWR（加圧重水型原子炉）GCR（ガス冷却型原子炉）LWGR（黒鉛減速沸騰軽水圧力管型原子炉）

表 1.1. 正式な ISOE 参加者及び ISOE データベース(2018 年 12 月時点)(続き)

最終的に停止した原子炉：ISOE 参加者								
国名	PWR	VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	Other	合計
アルメニア	-	1	-	-	-	-	-	1
ブルガリア	-	4	-	-	-	-	-	4
カナダ	-	-	-	3	-	-	-	3
フランス	1	-	-	-	6	-	-	7
イタリア	1	-	2	-	1	-	-	4
日本	7	-	10	-	1	-	1	19
韓国	1	-	-	-	-	-	-	1
リトアニア	-	-	-	-	-	2	-	2
ロシア	-	3	-	-	-	-	-	3
スペイン	-	-	1	-	-	-	-	1
スウェーデン	-	-	4	-	-	-	-	4
米国	7	-	4	-	-	-	1	12
合計	17	8	21	3	8	2	2	61
最終的に停止した原子炉：ISOE に参加してはいるが ISOE データベースに含まれているもの								
国名	PWR	VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	Other	合計
カナダ	-	-	-	3	-	-	-	3
ドイツ	8	-	6	-	-	-	-	14
オランダ	-	-	1	-	-	-	-	1
スペイン	1	-	-	-	1	-	-	2
英国	-	-	-	-	20	-	-	20
米国	3	-	2	-	-	-	-	5
合計	12	0	9	3	21	0	0	45
ISOE データベースに含まれている最終的に停止した原子炉の合計数								
	PWR	VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	Other	合計
合計	29	8	30	6	29	2	2	106

建設中/試験運転中の原子炉：ISOE 参加者								
	PWR	VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	Other	合計
中国	3	-	-	-	-	-	-	3
フィンランド	-	1	-	-	-	-	-	1
アラブ首長国連邦	4	-	-	-	-	-	-	4
米国	2	-	-	-	-	-	-	2
合計	9	1	0	0	0	0	0	10

ISOE データベースに含まれている原子炉の合計数								
	PWR	VVER	BWR	PHWR	GCR	LWGR	Other	合計
合計	257	64	98	34	43	2	2	500

参加国数	31
参加電気事業者数	76
参加当局数	28

注記：PWR（加圧水型原子炉）、VVER（加圧水型原子炉）、BWR（沸騰水型原子炉）PHWR（加圧重水型原子炉）GCR（ガス冷却型原子炉）LWGR（黒鉛減速沸騰軽水圧力管型原子炉）

2. 職業被ばくの傾向

ISOE の重要な要素の 1 つは、ベンチマーキングの目的や比較分析することや経験を ISOE メンバー間で交換するために世界中の原子力発電施設における職業被ばくの傾向を追跡することである。この情報は、参加電気事業者によって提供された年間職業被ばくデータを含む ISOE 職業被ばくデータベースの中で維持される。現在の ISOE データベースには、以下の種類のデータが含まれている。

運転中、停止中又は廃止措置の何らかの段階にある商業用原子力発電所からの線量測定情報で、以下のものを含んでいる。

- 通常運転に関する年間集団線量
- 保全作業／燃料取替における停止
- 計画外停止期間
- 特定の作業や作業員カテゴリーに関する年間集団線量

ISOE メンバーは、ISOE データベースを用いて国別、原子炉型式別、又は姉妹ユニットのグループ化など他の基準ごとの、さまざまなベンチマーキングと傾向分析を行うことができる。以下の概要は、原子力発電所における職業被ばくの一般的傾向を明らかにするものである。

2.1 職業被ばくの傾向：運転中の原子炉

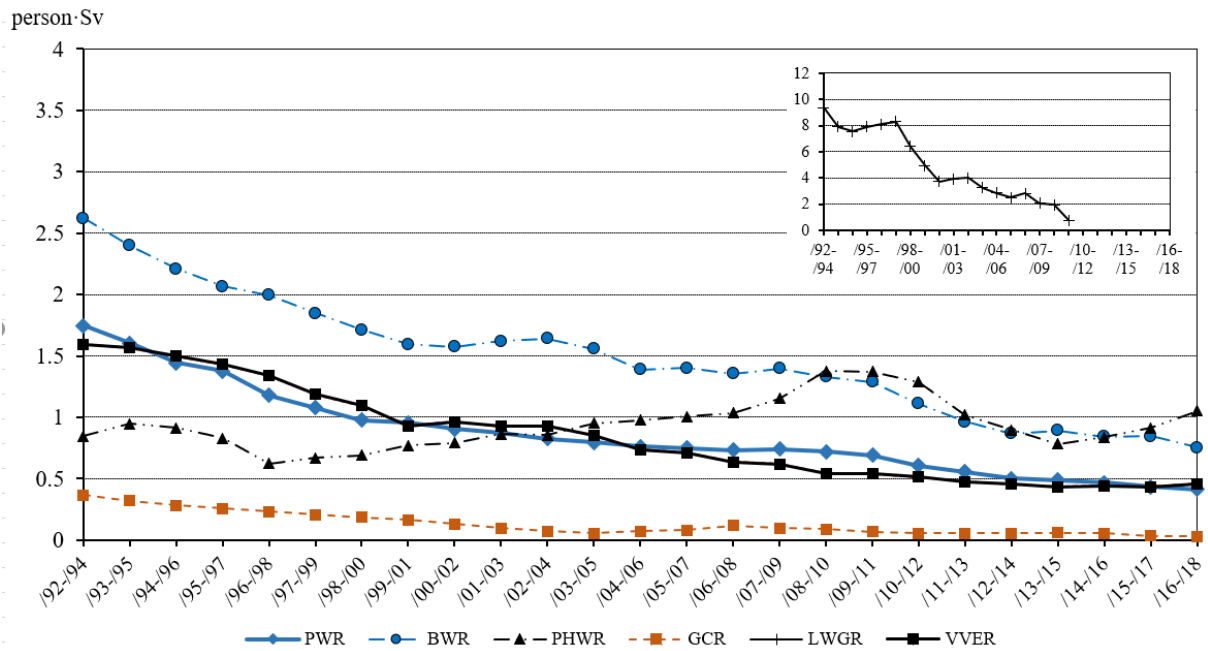
a) 原子炉型式別の世界的な傾向

図 2.1 は、1992～2018 年について、原子炉 1 基当たりの 3 カ年移動平均集団線量に見られる傾向を原子炉型式別に示したものである。年ごとのばらつきが多少あるものの、ほとんどの原子炉で線量の明らかな低下傾向が続いている。例外として PHWR の場合、1996～1998 年に低い数値を達成して以来、わずかな上昇傾向を示している。

PHWR の 2009 年～2012 年における年間集団線量の 3 カ年移動平均が増加傾向にあるが、これは CANDU 炉（ポイント・ルブロー、ブルース A の 1 及び 2 号機、月城）における大規模な改修作業及び、ブルース 3 及び 4 号機における運転再開によるものである。この増加は主に、ダーリントン 2 号機における改修作業、特に原子炉内部の除去（960 本のフィーダー管、960 個の末端金具、480 本の圧力管、480 本のカランドリア管、水平及び垂直中性子束検出器、蒸気発生装置洗浄、調整弁の機能回復、熱交換器及びポンプの総点検、原子炉に直面する作業）に関連する高線量を伴う作業に起因する。

2016 年～2018 年における国別及び原子炉型式別の 1 基当たりの平均年間集団線量は表 2.1 に、2014 年～2016 年及び 2016 年～2018 年における国別及び原子炉型式別の 1 基当たりの年間集団線量の 3 カ年移動平均は表 2.3 に、それぞれ示されている。これらの結果は主に、2018 年の間に ISOE データベースに報告及び記録されたデータを個々の国別報告書（第 3 章）によって適宜補完したものに基いている。図 2.2～2.5 は、PWR、VVER、BWR 及び PHWR の原子炉 1 基あたりの平均集団線量に関する情報を国別で示している。すべての図における「基数」は、2018 年についてデータが報告された原子炉ユニットの数を意味している。

図 2.1. ISOE に含まれている運転中の全原子炉の原子炉型式別の年間集団線量の 3 年移動平均
1992～2018 年 (人・Sv/基)



注記：PWR（加圧水型原子炉）、VVER（加圧水型原子炉）、BWR（沸騰水型原子炉）PHWR（加圧重水型原子炉）
GCR（ガス冷却型原子炉）LWGR（軽水黒鉛型原子炉、2011年に停止）

b) 国別の平均集団線量傾向

表 2.1 は過去 3 年間に於ける 1 基あたりの平均集団線量に関する情報を、国別及び原子炉型式別で示している。この期間中、通常の周期的作業を伴う多少の年間変動を斟酌すれば、大多数の国において比較的安定した平均集団線量が維持された。

図 2.2～2.5 は、表 2.1 における 2018 年のみデータを棒グラフで示し、平均集団線量が最も高いものから順に並べたものである。ただし、集団線量に影響するパラメーターは複雑であり、また本報告書に貢献しているプラントが多種多様であることから、これらの分析と数値は対象国における放射線防護の実績の質についていかなる結論をも下すものではない。

表 2.1 国別及び原子炉型式別の 1 基当たり平均年間集団線量 2016～2018 年 (人・Sv/基)

	PWR			VVER			BWR		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
アルメニア				1.49	1.17	1.03			
ベルギー	0.29	0.31	0.32						
ブラジル	0.32	0.25	0.33						
ブルガリア				0.36	0.25	0.20			
中国	0.49	0.43	0.41	0.51	0.16	0.29			
チェコ共和国				0.15	0.17	0.15			
フィンランド				0.42	0.26	0.62	0.44	0.48	0.55
フランス	0.76	0.61	0.67						
ドイツ*	0.14	0.13	0.10				0.91	0.63	0.55
ハンガリー				0.24	0.25	0.19			
日本*	0.17	0.14	0.21				0.13	0.12	0.10
韓国*	0.40	0.28	0.37						
メキシコ							2.10	5.90	0.73
オランダ*	0.52	0.61	0.38						
パキスタン	0.27	0.12	0.24						
ルーマニア									
ロシア				0.51	0.50	0.75			
スロバキア共和国				0.16	0.14	0.18			
スロベニア	0.52	0.06	0.78						
南アフリカ	0.24	0.29	0.93						
スペイン	0.43	0.25	0.41				0.20	2.33	0.36
スウェーデン	0.36	0.21	0.21				0.55	0.48	0.36
スイス	0.34	0.22	0.15				1.02	1.39	0.99
ウクライナ				0.55	0.53	0.60			
英国	0.55	0.29	0.10						
米国	0.31	0.37	0.33				0.98	1.18	1.11
平均	0.44	0.38	0.42	0.45	0.41	0.53	0.69	0.91	0.67

	PHWR			GCR		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018
カナダ	1.03	1.24	1.36			
中国			0.66			
韓国*	0.65	0.41	0.40			
パキスタン	1.48	1.21	3.83			
ルーマニア	0.43	0.25	0.25			
英国*				0.02	0.02	0.05
平均	0.94	1.04	1.18	0.02	0.02	0.05

* ISOE データベースから計算したものではなく、国別報告書から直接的に取り出したデータ：英国 (2016年, 2017年, 2018年、GCR)；日本 (2016年, 2017年, 2018年)；韓国 (2016年, 2017年, 2018年)；ドイツ (2016年, 2017年, 2018年)；オランダ (2017年)。

	2016	2017	2018
世界平均	0.51	0.55	0.57

図 2.2. 2018 年における国別の PWR 1 基あたりの平均集団線量(人・Sv/基)

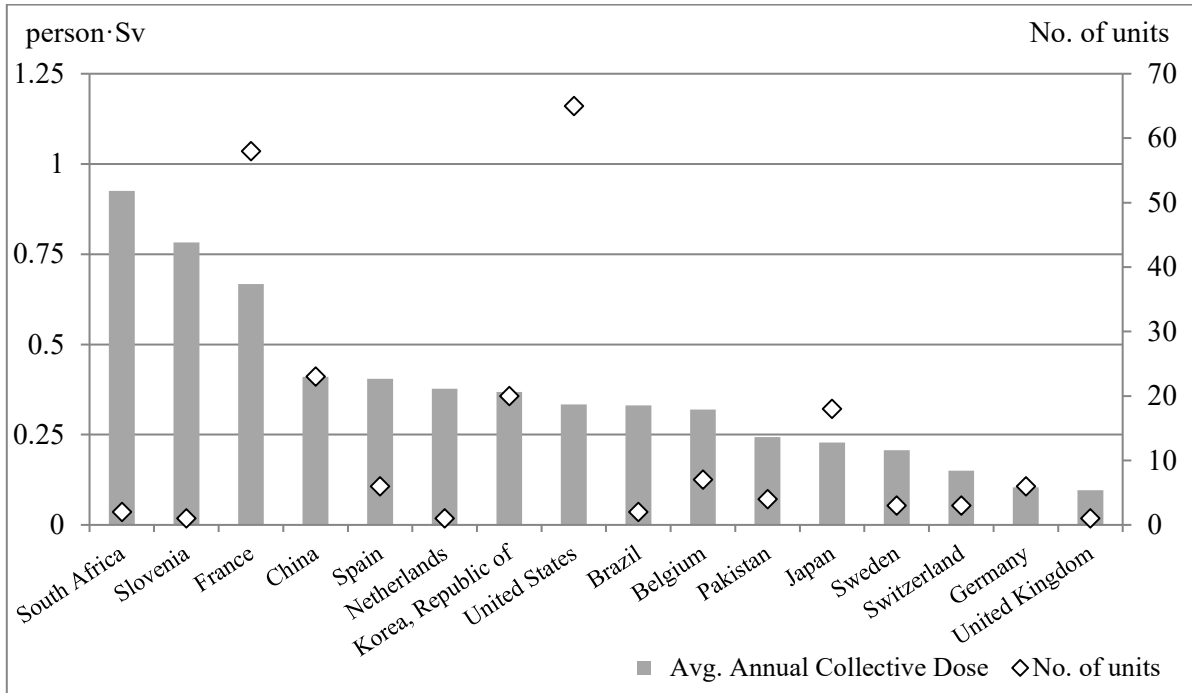


図 2.3. 2018 年における国別の VVER 1 基あたりの平均集団線量(人・Sv/基)

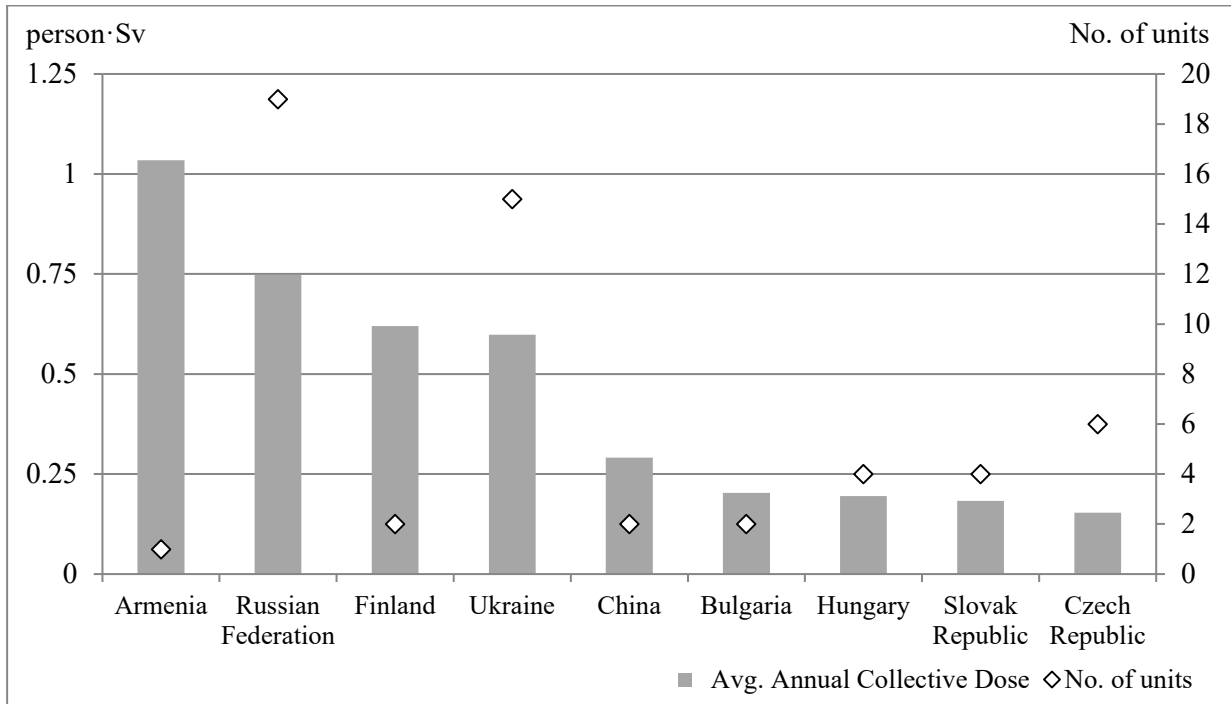


図 2.4. 2018 年における国別の BWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)

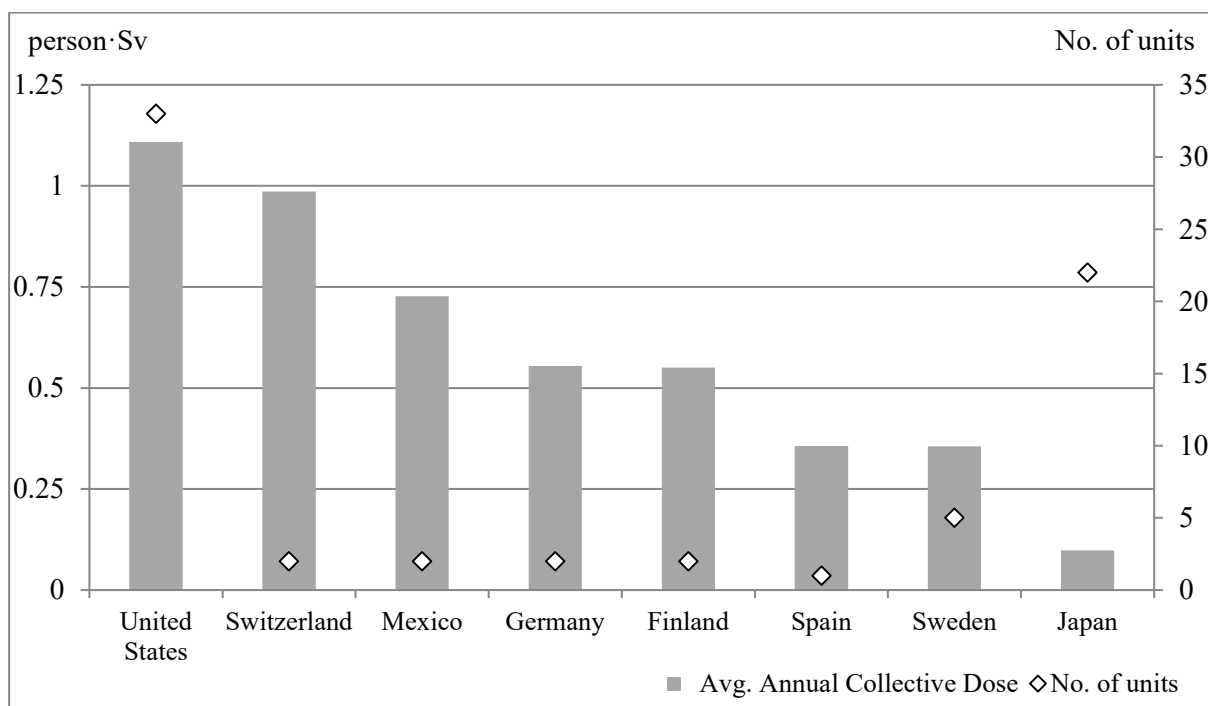
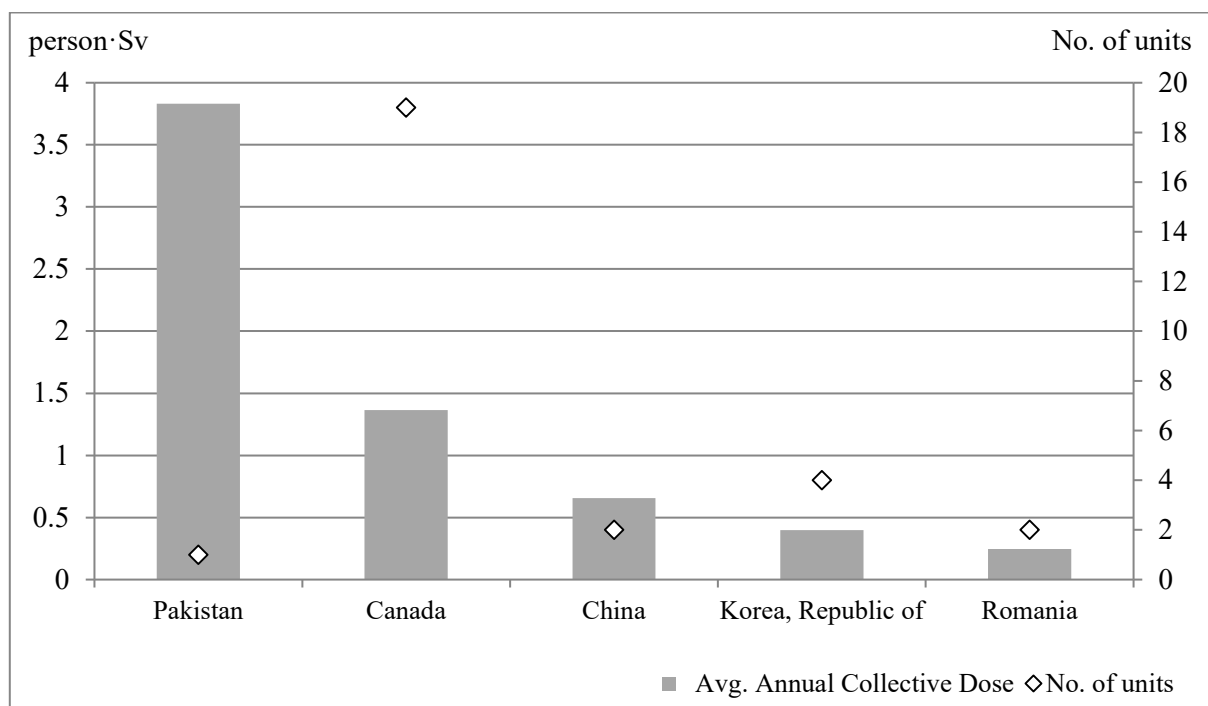


図 2.5. 2018 年における国別の PHWR 1 基当たりの平均集団線量(人・Sv/基)



c) 国別の3カ年移動平均集団線量傾向

表 2.2 は、2014 年～2016 年及び 2016 年～2018 年における 3 カ年移動平均集団線量に関する情報を、国別及び原子炉型式別で示している。図 2.6～2.14 では、2005 年～2018 年における運転中ユニットについて、原子炉型式（PWR、VVER、BWR 及び PHWR）ごとの 3 カ年移動平均集団線量を国別で示している。

**表 2.2 国別及び原子炉型式別の 1 基当たり 3 カ年移動平均年間集団線量
(2014～2016 年及び 2016～2018 年、人・Sv/基)**

	PWR			VVER			BWR		
	/14-/16	/15-/17	/16-/18	/14-/16	/15-/17	/16-/18	/14-/16	/15-/17	/16-/18
アルメニア				1.13	1.18	1.23			
ベルギー	0.28	0.31	0.31						
ブラジル	0.33	0.30	0.30						
ブルガリア				0.37	0.35	0.27			
カナダ									
中国	0.49	0.48	0.44	0.34	0.31	0.32			
チェコ共和国				0.13	0.15	0.16			
フィンランド				0.37	0.31	0.43	0.39	0.44	0.49
フランス	0.73	0.69	0.68						
ドイツ	0.16	0.16	0.14				1.06	0.88	0.70
ハンガリー				0.32	0.27	0.23			
日本	0.20	0.17	0.18				0.18	0.16	0.11
韓国	0.37	0.35	0.35						
メキシコ							4.28	4.28	2.91
オランダ	0.22	0.45	0.50						
パキスタン	0.49	0.33	0.21						
ルーマニア									
ロシア				0.56	0.52	0.60			
スロバキア共和国				0.16	0.16	0.16			
スロベニア	0.47	0.46	0.45						
南アフリカ	0.54	0.54	0.48						
スペイン	0.40	0.35	0.36				0.99	1.67	0.96
スウェーデン	0.59	0.42	0.26				0.77	0.62	0.46
スイス	0.39	0.38	0.24				1.16	1.21	1.13
ウクライナ				0.53	0.54	0.56			
英国	0.32	0.30	0.32						
米国	0.42	0.37	0.34				1.10	1.13	1.09
平均	0.47	0.43	0.41	0.44	0.43	0.46	0.84	0.85	0.76

	PHWR			GCR		
	/14-/16	/15-/17	/16-/18	/14-/16	/15-/17	/15-/17
カナダ	0.92	1.03	1.21			
中国			0.66			
韓国	0.48	0.50	0.49			
パキスタン	1.78	1.51	2.17			
ルーマニア	0.31	0.29	0.31			
英国				0.06	0.04	0.03
平均	0.84	0.91	1.05	0.06	0.04	0.03

	/14-/16	/15-/17	/16-/18
世界平均	0.53	0.53	0.54

ISOE データベースに基づき計算し、各国から直接提供されたデータにより補足したものである。

図 2.6. 2005～2018 年における国別の PWR の 3 力年移動平均集団線量(1)

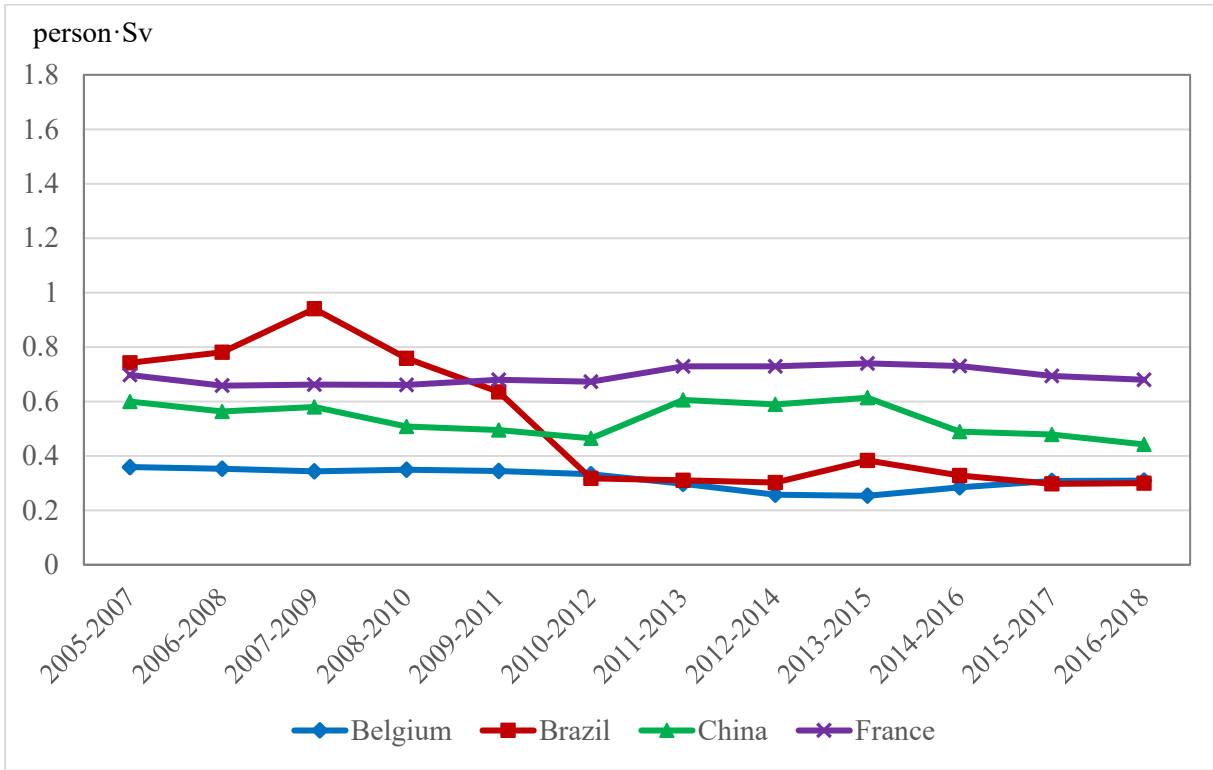


図 2.7. 2005～2018 年における国別の PWR の 3 力年移動平均集団線量(2)

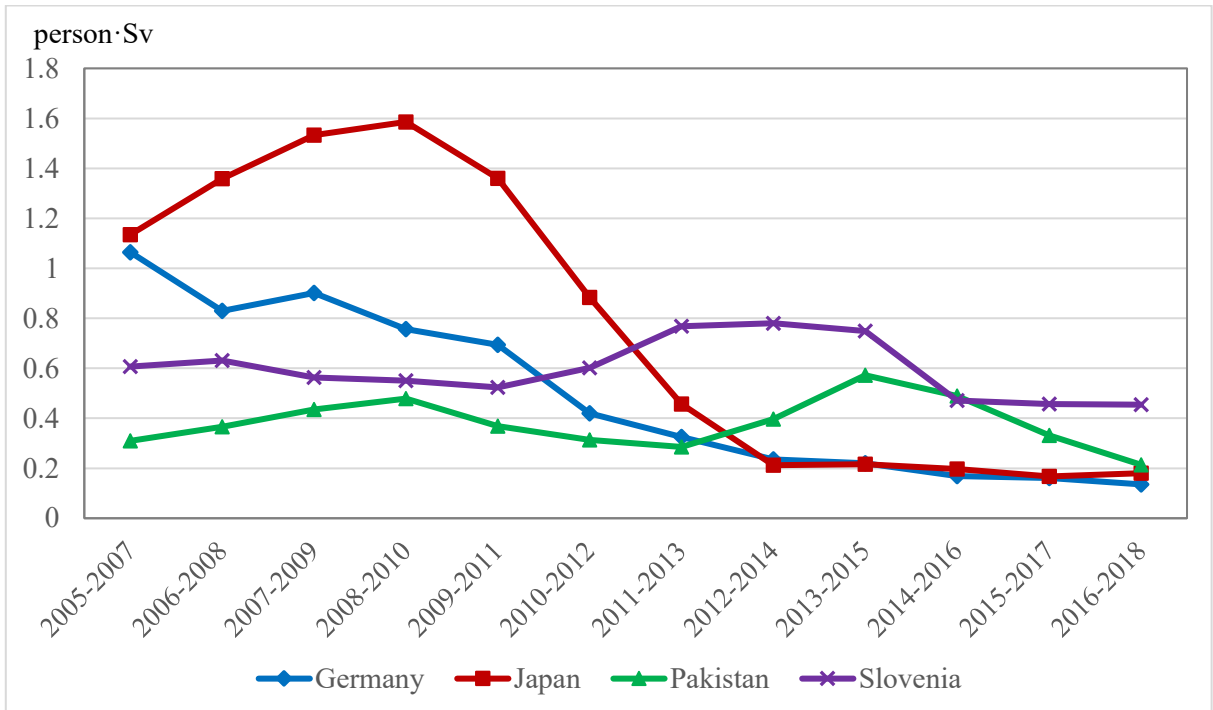


図 2.8. 2005～2018 年における国別の PWR の 3 力年移動平均集団線量(3)

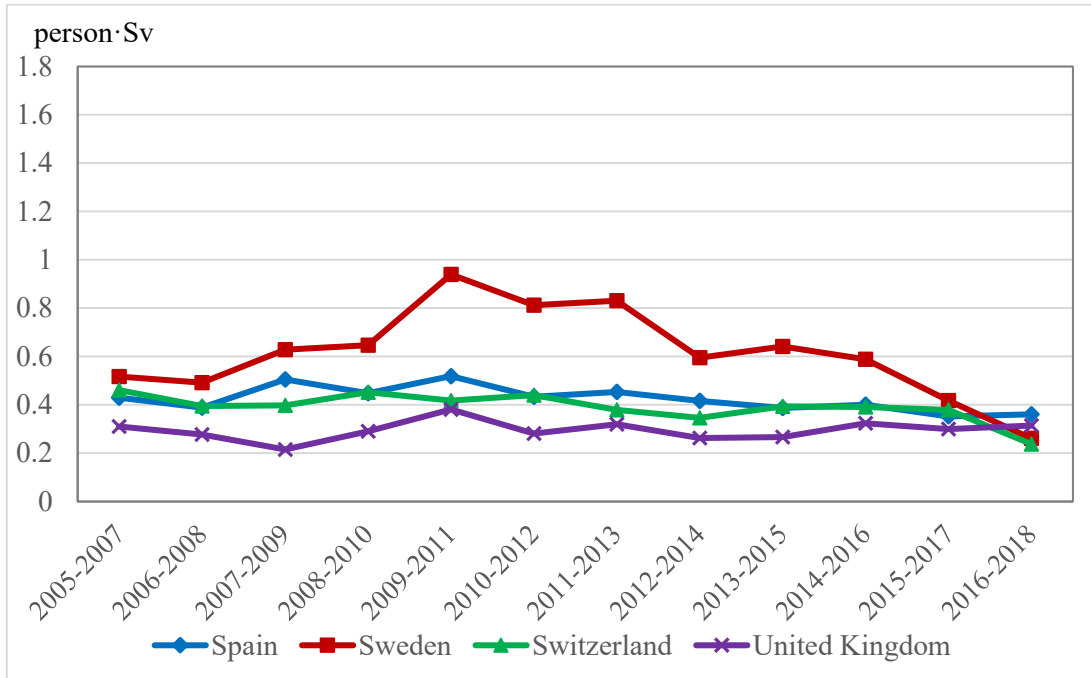


図 2.9. 2005～2018 年における国別の PWR の 3 力年移動平均集団線量(4)

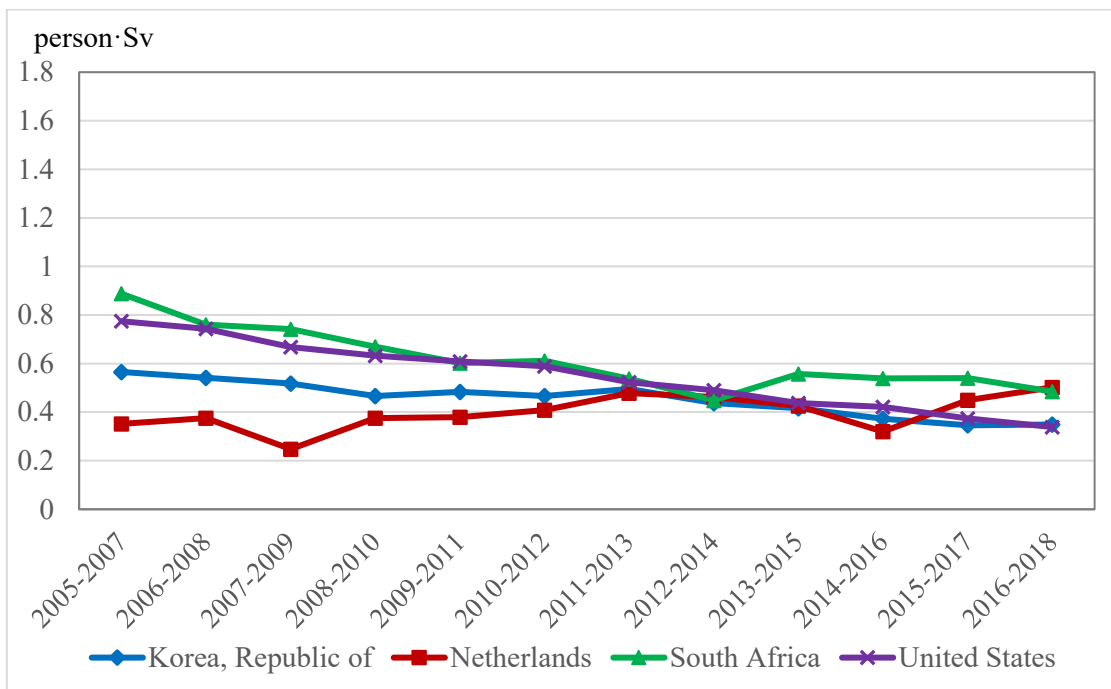


図 2.10. 2005～2018 年における国別の VVER の 3 力年移動平均集団線量 (1)

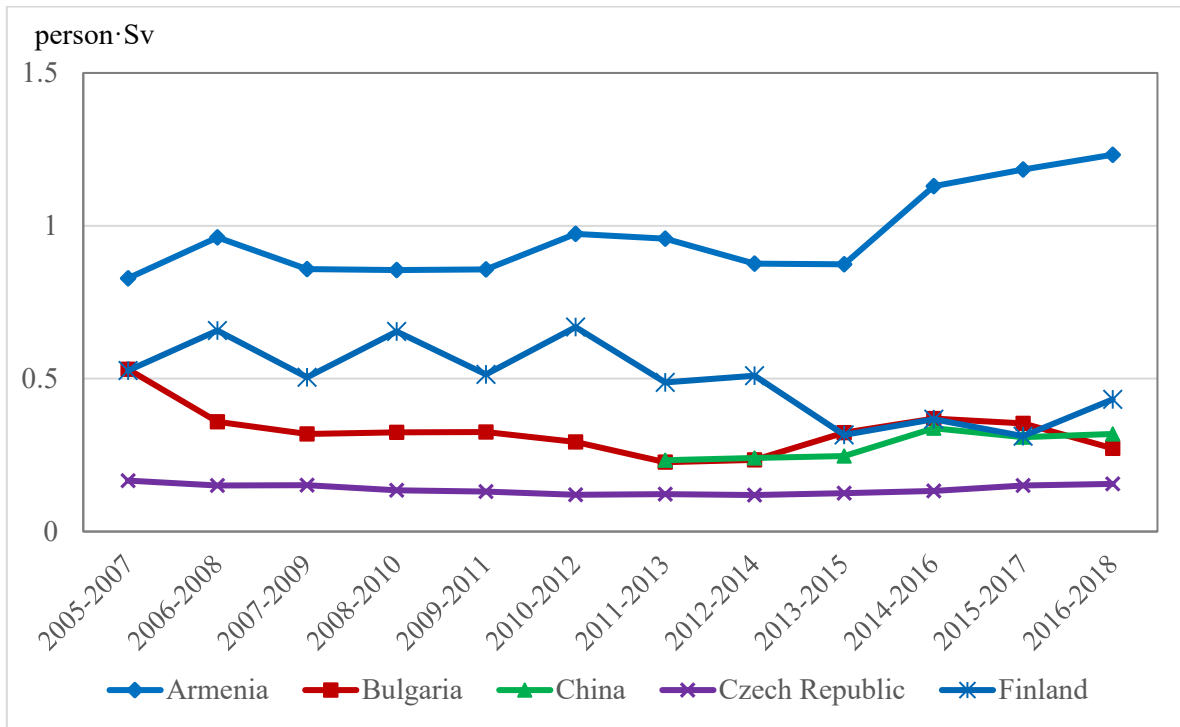


図 2.11. 2005～2018 年における国別の VVER の 3 力年移動平均集団線量(2)

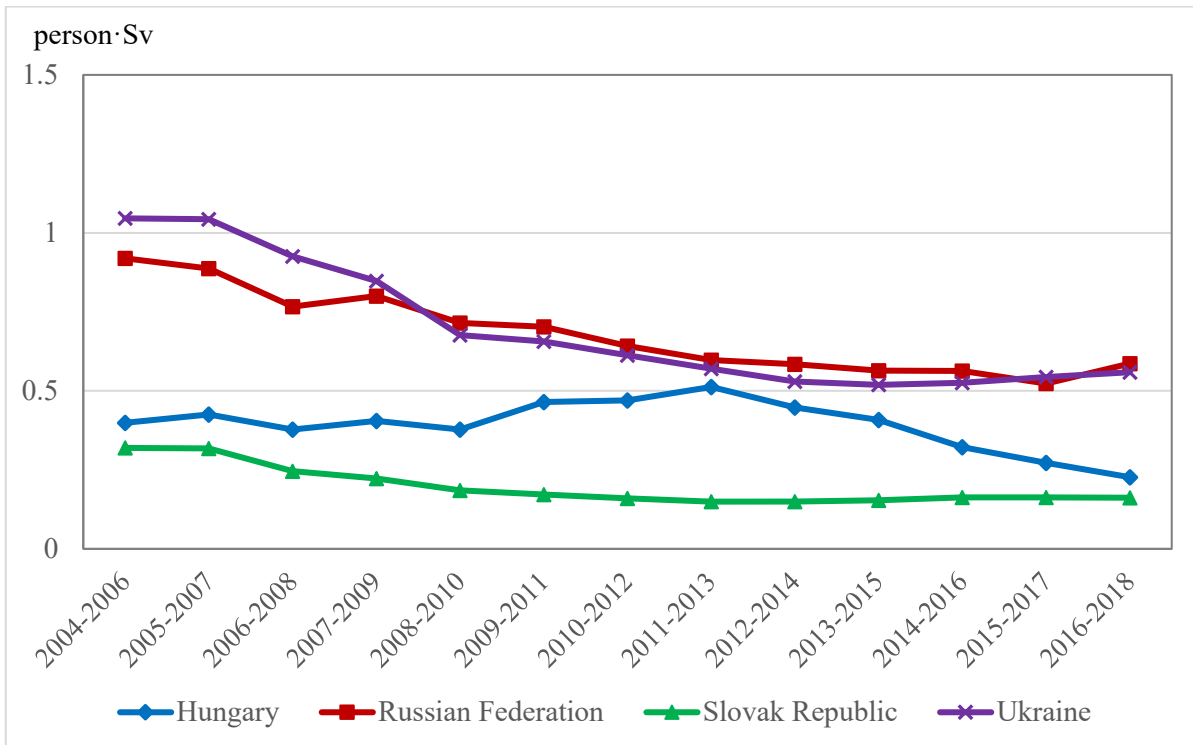


図 2.12. 2005～2018 年における国別の BWR の 3 年移動平均集団線量(1)

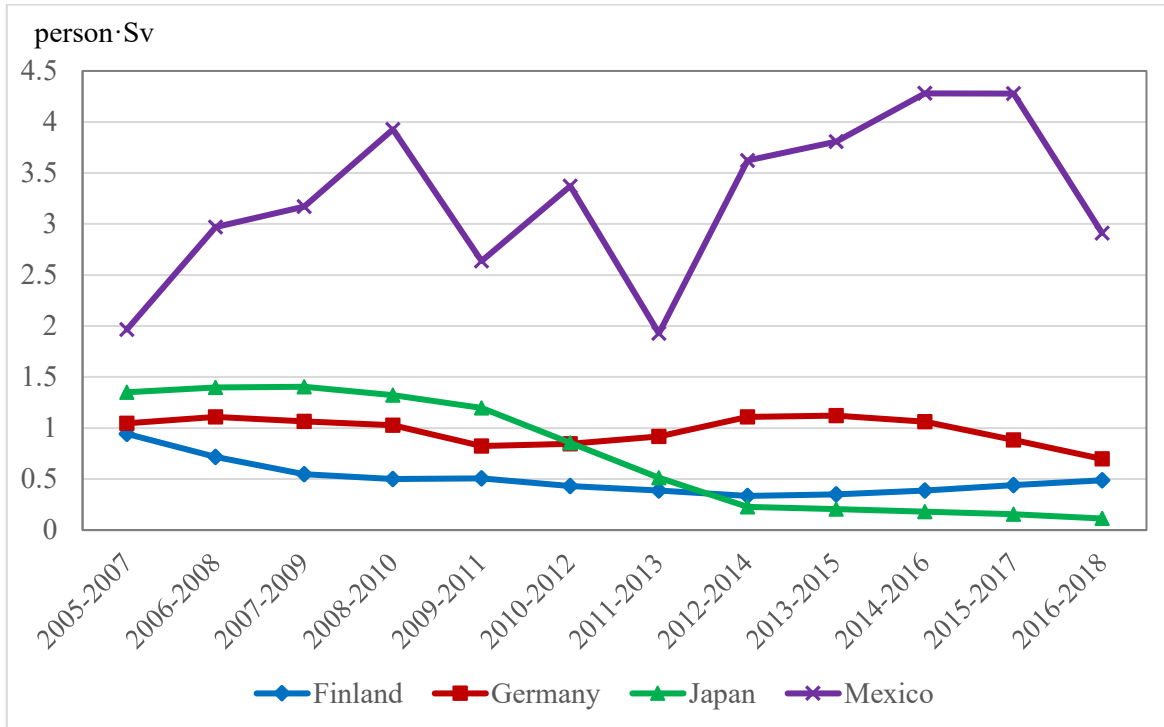


図 2.13. 2005～2018 年における国別の BWR の 3 年移動平均集団線量(2)

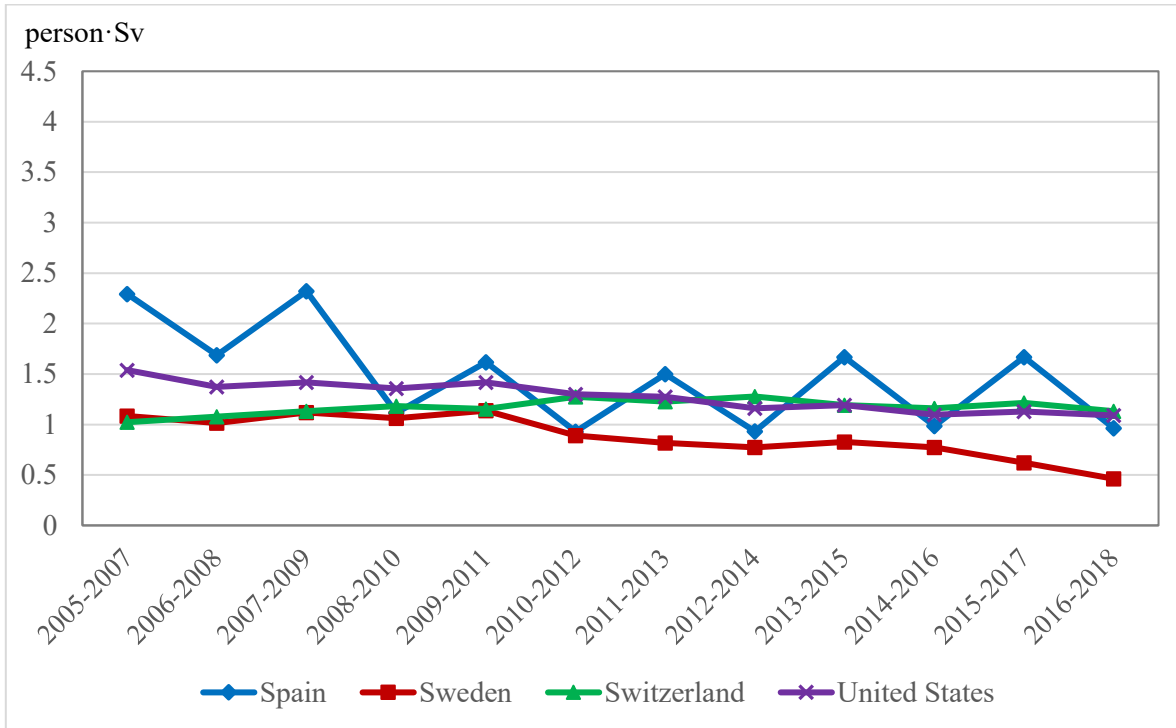
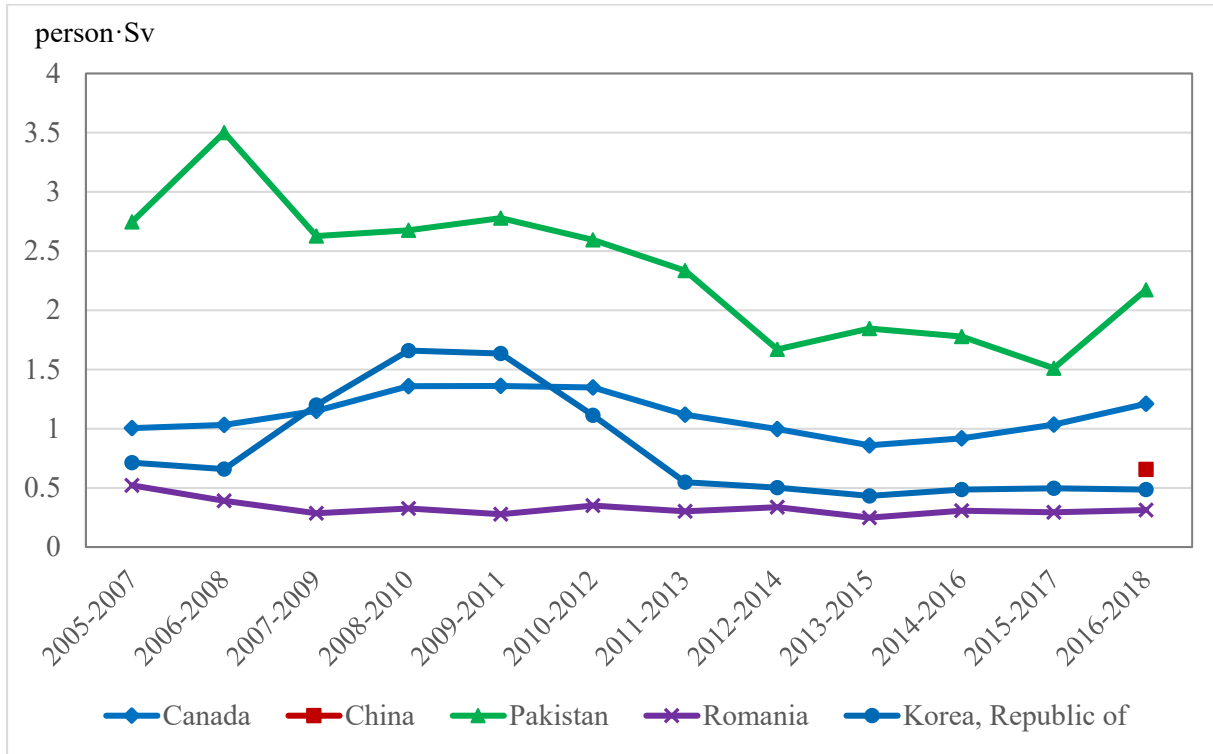


図 2.14. 2005～2018 年における国別の PHWR の 3 年移動平均集団線量



2.2 職業被ばくの傾向：最終的に停止された原子炉

ISOE データベースには、運転中の原子炉からの情報に加えて、停止中原子炉又は廃止措置の何らかの段階にある原子炉 106 基からの線量データが含まれている。本セクションでは、2016～2018 年に報告されたそれらの原子炉に関する線量傾向の概要を示す。それらの原子炉ユニットは、一般に型式と規模がさまざまであり、廃止措置プログラムのさまざまな段階にあり、提供されるデータの詳細度がさまざまである。これらの理由により、線量傾向の比較分析に関する最終的な結論は不明確なものとなる。

表 2.3 は、最終的に停止された原子炉の 1 基当たり平均年間集団線量を 2016～2018 年について国別及び原子炉型式別に示したものであり、ISOE データベースに記録されたデータをそれぞれの国別報告書（第 3 章）で適宜補完したものに基づいている。図 2.15～2.19 には、最終的に停止された原子炉の国毎の平均年間集団線量を 2014 年～2018 年について原子炉型式別（PWR、VVER、BWR、GCR、PHWR、LWGR、LWCHWR）に示している。すべての図において、「基数」は、当該年にデータが報告されたユニットの数を意味している。

表 2.3 最終的に停止された原子炉に関する国別及び原子炉型式別の基数と1基当たり平均年間線量 (2016年～2018年、人・mSv/基)

		2016		2017		2018	
		基数	線量	基数	線量	基数	線量
PWR	フランス	1	51.0	1	55.7	1	44.7
	ドイツ	8	63.0	8	73.9	8	94.8
	イタリア	1	34.2	1	12.0	1	15.6
	日本	3	88.0	4	271.0	6	119.0
	韓国					1	70.0
	スペイン	1	730.7	1	236.6	1	102.2
	米国	7	89.2	8	22.0	9	37.6
	平均	21	105.1	23	93.7	27	75.7
VVER	ブルガリア	4	8.3	4	9.3	4	5.9
	ロシア	2	52.5	3	357.6	3	410.5
	平均	6	23.1	7	158.5	7	179.3
BWR	ドイツ	4	83.0	4	74.5	5	108.4
	イタリア	2	24.4	2	17.4	2	21.8
	日本*	4	237.0	4	157.0	4	100.5
	オランダ	1	0.0	1	0.0	1	0.0
	スペイン	1	76.1	1	135.5	1	143.8
	スウェーデン	3	19.3	3	21.6	4	48.3
	米国	3	54.7	3	66.9	4	140.8
	平均	18	90.4	18	75.7	21	89.9
GCR	フランス	6	5.4	6	1.3	6	4.8
	ドイツ	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
	イタリア	1	73.6	1	1.2	1	7.1
	日本	1	10.0	1	0.0	1	0.0
	スペイン	1	0.0	N/A	N/A	N/A	N/A
	英国	20	36.5	20	31.7	20	24.0
	平均	29	29.2	28	23.0	28	18.4
	PHWR	カナダ**	1	2.1	1	9.6	1
LWGR	リトアニア	2	305.4	2	404.7	2	392.5
LWCHWR	日本	1	111.9	1	130.9	1	67.7

* 福島第一原子力発電所を除く

** ジャンティイ 2 号機等、運転中の原子炉又はその他の活動認可とは別に職業被ばくについて報告された停止中の原子炉のみ含む。残りの停止中の原子炉 2 基（ピッカリング 2、3 号機）については、運転中のピッカリング 1、4、5、6、7、8 号機の線量とともに報告されている。

図 2.15. 2014～2018 年における国別の停止中 PWR の平均年間集団線量

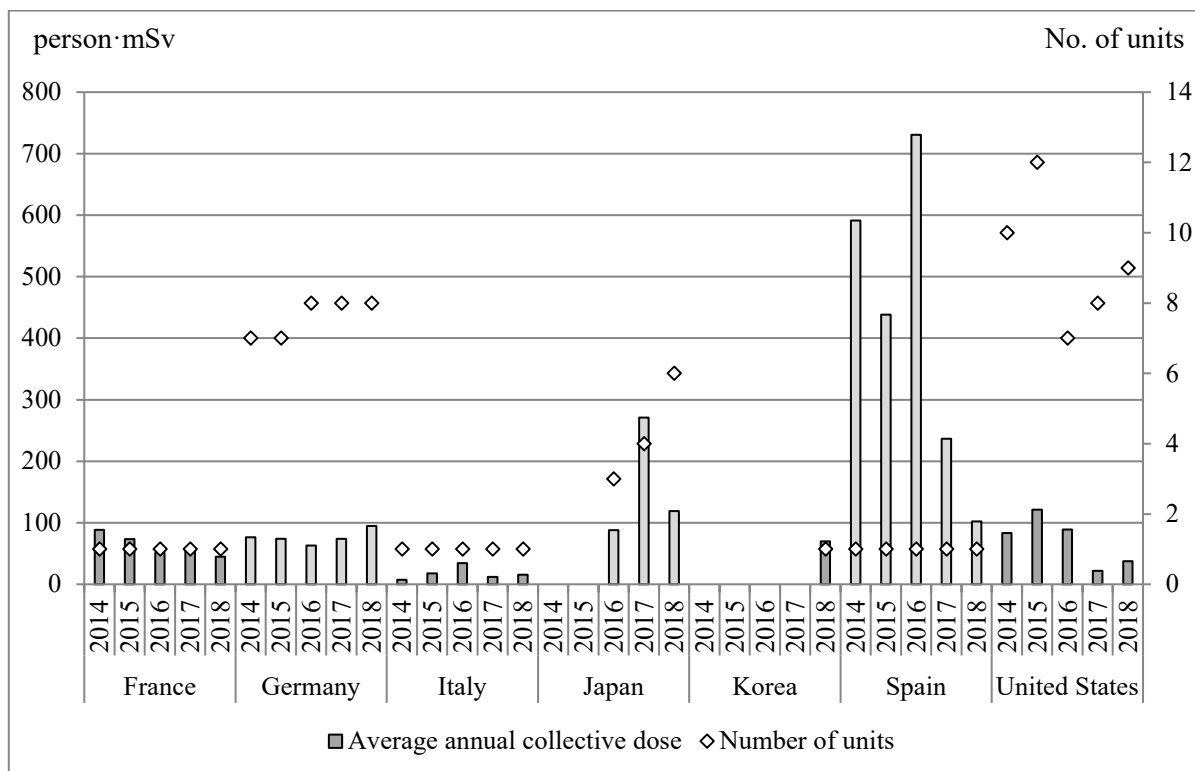


図 2.16. 2014～2018 年における国別の停止中 VVER の平均年間集団線量

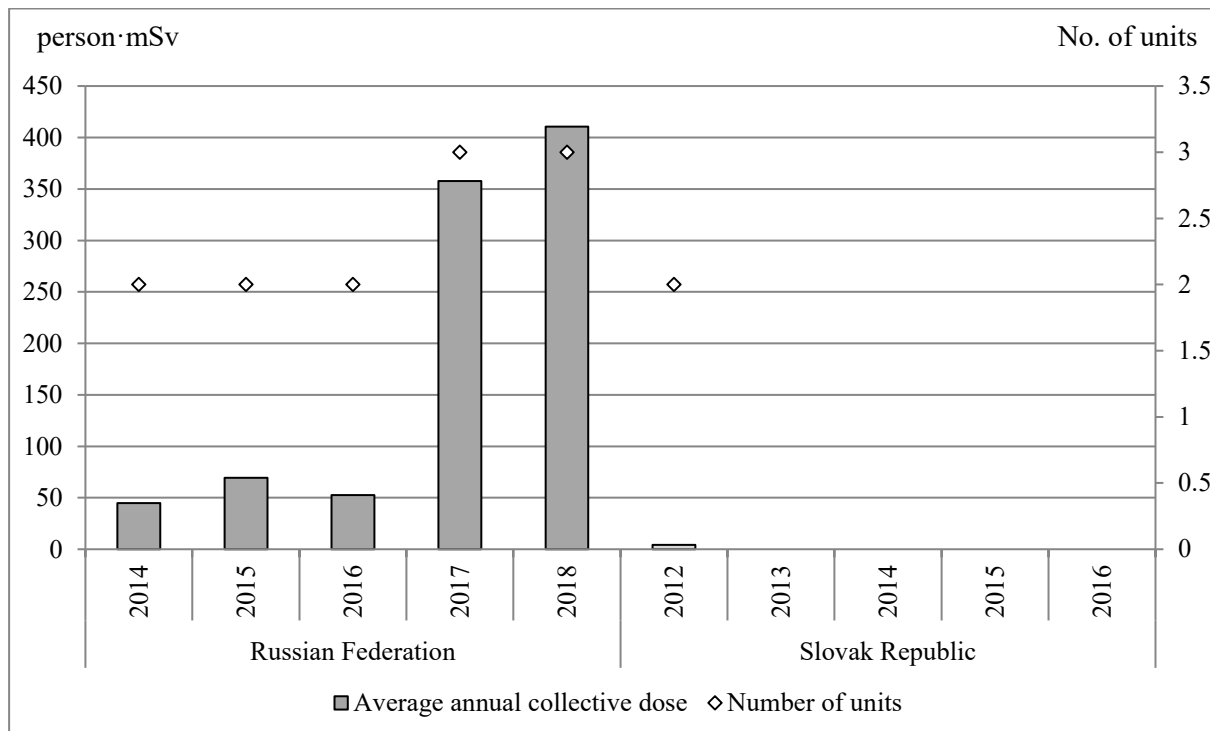


図 2.17. 2014～2018 年における国別の停止中 BWR の平均年間集団線量

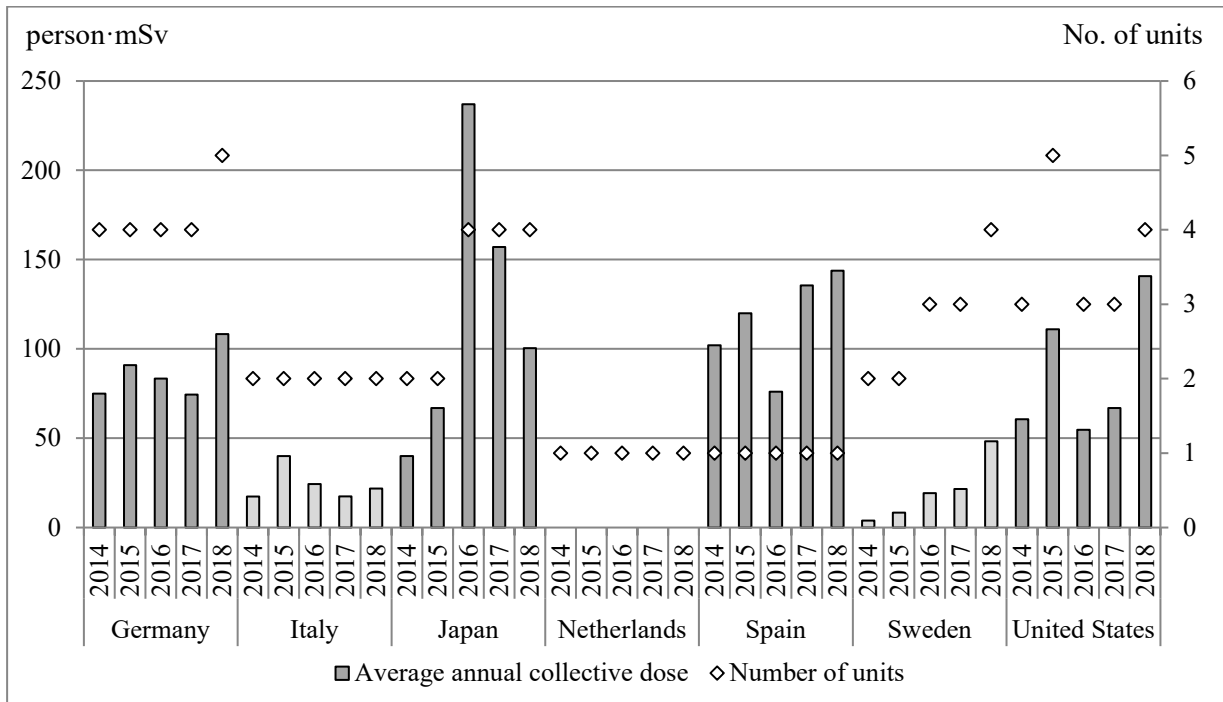


図 2.18. 2014～2018 年における国別の停止中 GCR の平均年間集団線量

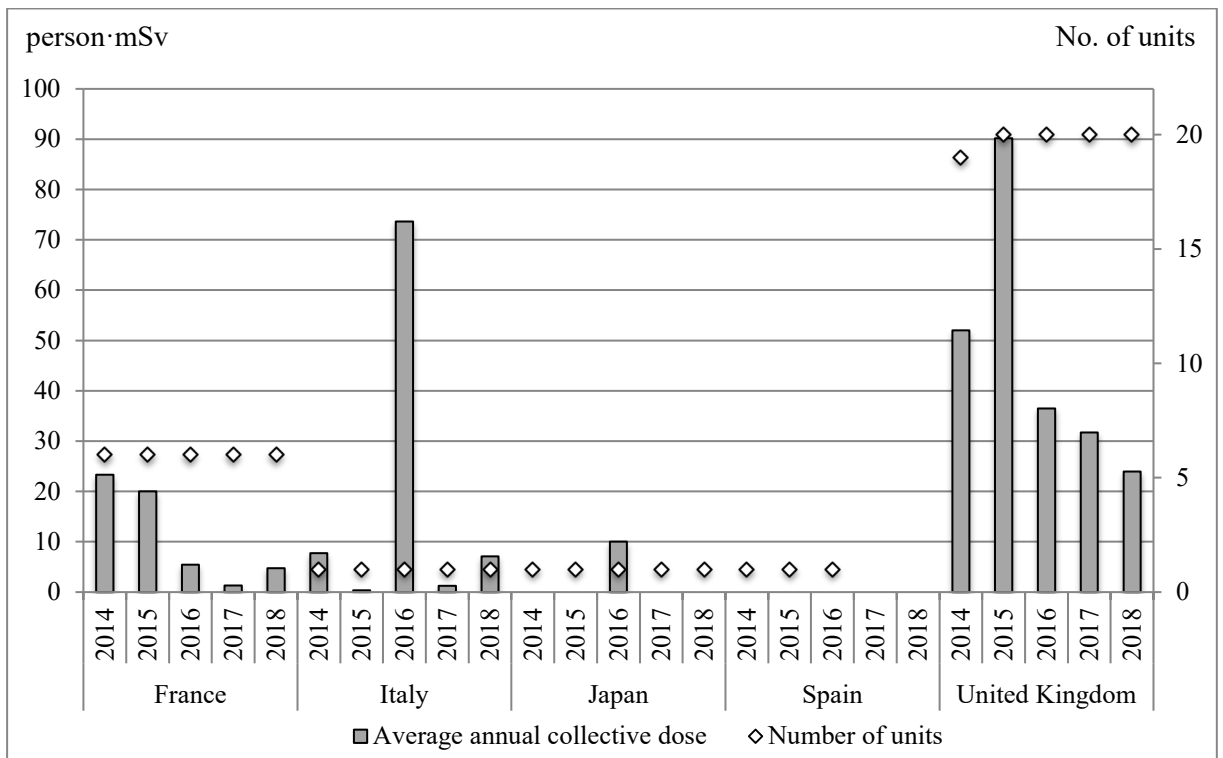
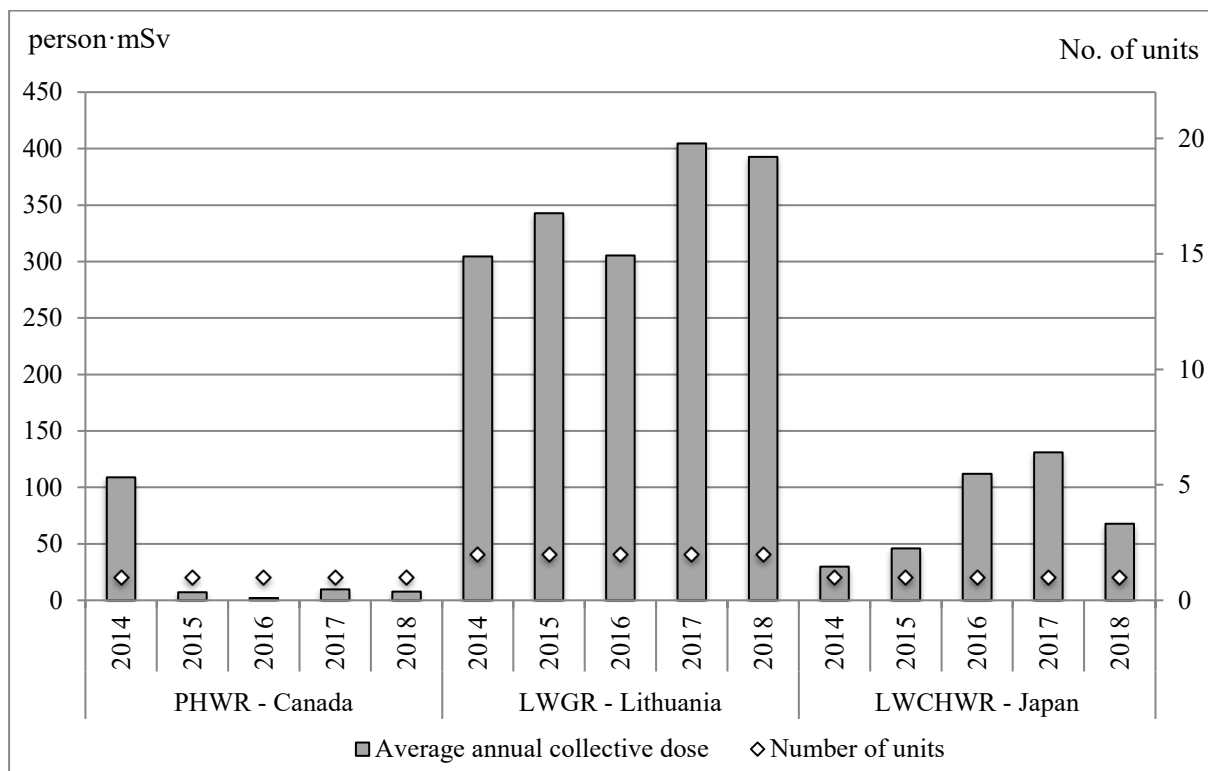


図 2.19. 2014～2018 年における国別の停止中 PHWR、LWGR、LWCHWR の平均年間集団線量



3. ISOE 参加国における主要事象

要約データにはつきものであるが、第2章「職業線量の調査、傾向及びフィードバック」で示されている情報は、2018年の平均的な数値結果の一般的概要を提示しているに過ぎない。こうした情報は、大まかな傾向を特定するのに役立ち、さらなる調査によって経験や教訓が明らかになる可能性のある特定分野を浮き彫りにするのに有益である。しかし、この数値データを充実させるために、本章では、2018年中にISOE参加国で発生し、職業被ばくの傾向に影響した可能性のある主要事象の短いリストを提示する。これらは、各国により報告として提示された⁵。本章に記載された国別報告書には、運用されている線量測定システムや基準（校正された）線量測定システムの混在から生じた線量データが含まれている場合があるということに留意されたい。

5. 国によって報告の様式がさまざまであるため、各国が使用している線量単位は標準化されていない。

アルメニア

1) 2018年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
VVER	1	1064.641
最終的に停止または廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
VVER	1	N/A

2) 2018年主要事象

停止情報

2018年における集団線量への主な寄与は、計画停止であった。

2018年の停止時集団線量

停止番号	停止日程	作業員集団線量(人・mSv)		
		アルメニア原子力発電所		外部作業員
		計画	実際に受けた線量	実際に受けた線量
2018	2018年6月1日～ 2018年8月10日	1031.5	619.41	179.673

組織の進展

アルメニアのNPPにおいてALARA原則をさらに遂行するため、「2018年アルメニアNPP放射線防護プログラム」が策定された。本プログラムでは、NPP作業員に対する放射線影響の最小化及び効果的な放射線防護の確保のための目標や課題が設定されている。

課題は以下の通り：

- 年間職員集団線量が1273人・mSvを超えないこと。
- 停止時の職員集団線量が1012人・mSvを超えないこと。
- 年間個人線量が18mSvを超えないこと。

3) 当局の報告

IAEA勧告、欧州指令、IRRSミッションを考慮の上、原子力法の原案が策定されている。原子力法は、政府の承認を得るために2021年までに最終化の上提出される予定である。新しい国家基本安全基準(BSS)についても、IAEA勧告、欧州指令、IRRSミッションを考慮の上、策定が行われている。これは下記の既存の法律に代わるものである。

- 放射線安全規則の承認に関する法令 No.1489-N (2006年8月18日現在)
- 放射線安全基準の承認に関する法令 No.1219-N (2006年8月18日現在)

ベルギー

1) 2018年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR	7	384.3 人・mSv/基

2) 2018年主要事象

線量測定傾向に影響を及ぼした事象

二次冷却水系の地下施設の屋根の部分に問題が見つかったため、数度の長期停止があった。その他の停止は短縮され、冬季の電力不足を避けるために最小限に止められた。

停止：

- ドール 1 及び 2 号機: 2018 年 5 月～2019 年 3 月 (LTO 停止+UPI (上部プレナム注入) 改修、1628 人・mSv)
- ドール 3 号機: 2018 年中に停止なし
- ドール 4 号機: 2018 年 10 月～2018 年 12 月(249 人・mSv)
- チアンジュ 1 号機: 2018 年 10 月～2018 年 11 月(161 人・mSv)
- チアンジュ 2 号機: 2018 年 7 月～2019 年 6 月(255 人・mSv)
- チアンジュ 3 号機: 2018 年 3 月～2018 年 12 月 (429 人・mSv)

- a) ドール 1 及び 2 号機において予定外の検査と UPI ラインの交換があったため、合計 500 人・mSv 程度、集団線量が増加した。導管は、周辺線量率が 10mSv/h である原子炉圧力容器に近い原子炉キャビティの中にある。作業に対し入念な準備が行われた。遮蔽用鉛の設置により、周辺線量率は半減した。可能な限り介入時間を削減するため、キャビティ内の重要な介入については、模型を用いて周到に練習を行った。その他ドール 1 号機において、原子炉容器と蒸気発生装置の保守・改修作業を行ったため、集団線量の合計が顕著に増加した。
- b) ドール 4 号機においては、ドール 1 号機における UPI 部分の漏れの発見の後に、追加的に接合部分の非破壊検査を実施し、また加圧器ヒーターにおける追加的な保守作業のために、集団線量の合計が目標値を超過した。
- c) 停止中のチアンジュ 3 号機において、蒸気発生管の追加検査等の作業や、停止期間の延長により、集団線量の合計が目標値を超過した。

新規又は試験的な線量低減プログラム

2011 年、ドール 3 号機において亜鉛注入プログラムが実施された。注入作業は 2019 年現在も継続中であり、指標により最初の結果が可視化された。長年にわたり、一次冷却水系の配管における ^{60}Co の表面放射能は減少し、最近では炉外の線量率において顕著に減少している。

2018年、ENGIE Laborelecの分析によって、チアンジュ1及び2号機における一次冷却水系の^{110m}Agの汚染が、原子炉熱除去システム等の一次系に関連した回路における線量率の寄与の半分の原因であることが判明した。チアンジュにおいて、主にシール材などの銀を含有するすべての部品に関するインベントリが作成されている。保守作業で、交換可能な汚染の原因となる部品を特定するための検査を立ち上げることとなった。ドール原子炉において銀による深刻な汚染は見られなかったが、同様の分析が積極的に立ち上げられている。

規制要件

電離放射線防護に関する王令が更新されている。

ブラジル

1) 2018年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR	2	311人・mSv/基

2) 2018年主要事象

線量測定傾向に影響を及ぼした事象

- アングラ1号機で燃料取替停止が65,148人時の工数で実施され、集団線量は372人・mSvであった。停止期間にすべての作業を完了させるために、40日を要した。
- アングラ2号機で燃料取替停止が73,265人時の工数で実施され、集団線量は249人・mSvであった。停止期間にすべての作業を完了させるために、31日を要した。
- アングラ1号機及び2号機の線量指標（それぞれ5.7Sv/時間及び3.4Sv/時間）により、よく最適化された放射線防護のプロセスと良い結果が示された。良い結果が、期間中一貫して示されている。

ブルガリア

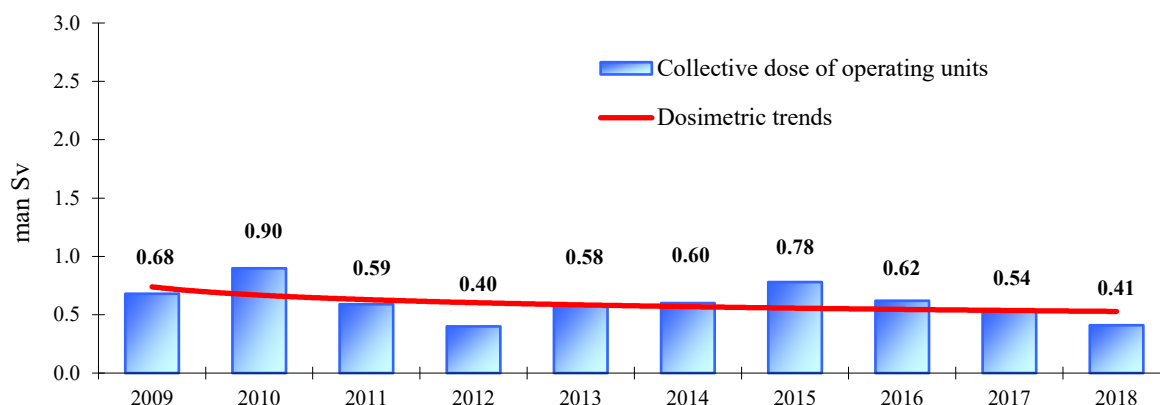
1) 2018 年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
VVER-1000	2	203
最終的に停止または廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
VVER-440	4	5.9

2) 2018 年主要事象

線量傾向の概要

図 3.1 ブルガリアにおける 2009 年から 2018 年の期間の集団線量及び線量の傾向



ユニット番号	停止期間 (日)	停止情報
5 号機	40 日	燃料取替及び保守作業
6 号機	38 日	燃料取替及び保守作業

線量測定傾向に影響を及ぼした事象

廃止措置が行われている 4 基の VVER-440 について平均集団線量の計算が行われている。運転中の 2 基の VVER-1000 についても平均集団線量の計算が行われている。2018 年におけるブルガリアの原子炉 1 基当たりの合計集団実効線量と平均集団線量は、2017 年と比較して 20% 程度減少している。廃止措置中の原子炉についても概ね同レベルの減少が報告されているが、一般的に廃止措置作業に伴う線量は、近年非常に低い。

運転中の原子炉

運転中の原子炉の集団線量の合計は外部被ばくによるものである。2018年、内部被ばくによる放射線量は報告されなかった。

2018年の集団線量は停止中に実施された作業が原因である。合計集団線量の90%以上が停止作業中の作業によるものである。2018年のRCA（放射線管理区域）において、中低リスクかつ計画された保守作業のみが実施された。例として以下を挙げる。

- 6号機の寿命延長プロジェクトに関する系統及び部品の検査
- 原子炉及び原子炉シャフトの視覚制御
- 安全システムポンプの集合体の取替
- 放射線透過検査の対象部分の増加
- 断熱材の取替

組織の進展

2018年、被ばくの最適化を目指して作業計画と職場モニタリングの改善が行われた。

規制要件

ブルガリア原子力規制庁は新しい放射線防護規則を発行した。この規則は欧州指令 Directive (2013/59/Euratom) の要件をブルガリアの法律に翻訳したものである。特に新しい規制においては、計画被ばく状況における線量拘束値、緊急被ばく状況における参考レベル、放射線防護の専門家（RPE）及び放射線防護監督者（RPO）等についての欧州の要件等の履行のようなコンセプトを取り入れている。

カナダ

1) 2018年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
CANDU	18*	1024*

最終的に停止または廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
CANDU	1**	8**

* ダーリントン2号機では、2016年10月に大規模な改修作業が開始された。2018年、2号機の回収作業における線量は7.889人・Svであった。ダーリントン2号機の線量は2018年の運転中の原子炉の基数又は平均年間集団線量に含まれていない。

** カナダには最終的に停止した原子炉が3基ある。運転中の線量とは別に職業被ばく線量を報告した原子炉（ジェンティリー2号機）の線量のみが記載されている。

2) 2018年の主要事象

国内線量測定傾向の概要

- 2018年における18基の運転中ユニットでは18,432人・Svであった。
- 2018年における1基あたりの平均年間線量は1,024人・Sv/基であった。

運転中の原子炉について、2018年の1基当たりの合計集団実効線量及び平均集団線量は、2017年から増加した（約38.2%）。

2018年の平均線量は18基の運転中のユニットをもとに算出された。安全貯蔵状態の2基のユニット（ピッカリング2号機及び3号機）での活動に関する線量はごく少量のため、運転中のユニットに算入しても平均値に与える影響は僅かである。（この線量は運転中のピッカリングのユニットの線量に算入された。）ジェンティリー2号機の年間線量は、運転中のユニットの線量とは別に報告されている。

2018年の運転中のユニットにおける集団線量の87%は停止期間中の活動によるものであり、作業員が受けた線量の多くは外部被ばくによるものである。作業員の受けた線量の約10%は、内部被ばくによるものであり、その主な原因はトリチウムである。

ブルース原子力発電所A

2018年は、ブルース原子力発電所Aの全4ユニットが運転していた。ブルースAの1～4号機で計画及び強制停止が以下の通り実施された。

- 1号機では、主出力トランスに関する問題のため、21.2日間の強制停止F1811が実施された。
- 1号機では、2018年に51日間の計画停止A1811が実施された。

- 2号機では、電気回路の開閉所における鉛と取付金具の落下のため、3日間の強制停止F1824が実施された。
- 2号機では、17日間の強制停止F1823が実施された。
- 2号機では、PHT PT密封材の取替のため、11.5日間の強制停止F1822が実施された。
- 2号機では、主要タービントリップのため、10.3日間の強制停止F1821が実施された。
- 3号機では、2018年に150.5日間の計画停止A1831が実施された。
- 3号機では、安全システムテストで緊急冷却排出系の機能障害が見つかった後に、強制停止F1831が実施された。
- 4号機では、液体ゾーン制御系（LZC）の漏れを修繕するために6日間の強制停止F1841の実施が行われた。
- 4号機では、2018年に103.6日間の計画停止A1841が実施された。

2017年のブルースAの1～4号機の日常運転による線量は0.345人・Svであり、停止時線量は6.497人・Svであった。ブルースAの1～4号機の合計集団線量は6.842人Svであったため、平均集団線量は1.711人・Sv/基となった。

ブルース原子力発電所B

2018年、ブルースBでは5～8号機が運転し、8号機では計画停止が実施された。停止期間中の活動による線量が、合計集団線量の約81%を占める。日常の運転による線量は、発電所の合計集団線量の約19%を占める。2018年の計画及び強制停止は以下の通り：

- 6号機では、2.2日間の燃料注入装置の停止により、強制停止F1861が実施された。
- 7号機では、Mechanical Trip Solenoid Valve の修繕のために、3日間の強制停止F1871が実施された。
- 8号機では、2018年8月31日に、計画停止B1881が開始された。
- 8号機では、保守のためにsync breakerを除去しサービスから返還されたために、2日間の強制停止F1883が実施された。
- 8号機では、PM4の差動保護に関する作動のため、2.6日間の強制停止F1882が実施された。
- 8号機では、RAB故障のため、2.3日間の強制停止F1881が実施された。

ブルースBの5～8号機における、日常の運転による線量は0.570人・Svであった。また2018年の停止期間中の線量は2.473人・Svであった。合計線量は3.043人・Svであったため、平均集団線量は0.761人・Sv/基であった。

2018年に作業員が受けた合計線量の約4%は内部被ばくであるが、その主な原因はトリチウムである。

ダーリントン1、3、4号機

2018年のダーリントン1、3、4号機の日常の運転による線量は0.449人・Svであった。日常の運転による線量は、合計集団線量の約22%を占めた。合計停止時線量は1.616人・Svであった。2018年の1、3、4号機における内部線量は0.376人・Svであり、外部線量は1.690人・Svであった。

停止作業範囲には、フィーダー点検、圧力管付着物の削り取り、PHT spectacle flangeの調整、また蒸気発生器の点検、バルブの修正、ポンプシールの交換が含まれる。最後に、ACUコイルの交換、水平中性子束検出器、電離箱、シャッターの保守である。2018年の3基における平均実効線量は0.689人・Sv/基であった。1、3、4号機における合計集団線量は2.065人・Svであった。

ダーリントン2号機

ダーリントン2号機では、2016年10月15日に改修停止が実施され、フィーダー管及びその他部品の交換が行われた。2018年も、この大規模な改修プロジェクトは継続している。作業範囲には960本のフィーダー管、960個の末端金具及び480本の燃料チャンネル（カランドリア管及び圧力管で構成）の交換、垂直及び水平中性子束検出器の交換、蒸気発生器の清掃、減速材の弁の修復、熱交換器及びポンプの総点検が含まれた。残りの3基についても、来年以降改修を行う予定である。2018年のダーリントン2号機における改修作業による内部線量は0.081人・Svであり、外部線量は7.808Svであった。2号機の改修作業における合計線量は7.889人・Svであった。

ピッカリング原子力発電所

2018年のピッカリング原子力発電所では、6基（1、4、5～8号機）が運転しており、2号機及び3号機は引き続き安全貯蔵状態であった。停止期間中の活動における線量が、ピッカリング原子力発電所の集団線量の約84%を占めている。日常の運転による線量が、合計集団線量の約16%を占めている。2018年の運転中のユニットにおける、日常の運転に伴う集団線量は、0.795人・Svであった。運転中ユニットの停止時線量は4.109人・Svであった。合計線量は4.904人・Svであったため、平均集団線量は0.817人・Sv/基となった。ピッカリングの停止概要は以下の通り：

- 2018年、ピッカリング4号機では、112.3日間の計画停止P1841が実施された。
- 2018年、ピッカリング6号機では124日間の計画停止P1861が実施された。
- 2018年、ピッカリング8号機では109.9日間の計画停止P1881が実施された。

2018年の運転中のピッカリングユニット全6基における合計外部線量は3.897人・Svであり、合計年間線量の79%となった。2018年のピッカリングユニット全6基の合計内部線量は1.007人・Svであり、合計年間線量の21%となった。

ピッカリング2及び3号機（2010年度以降安全貯蔵状態）での放射線関連の活動に関わる線量は、ほかの6基のピッカリングユニットの作業員とともに報告されている。2号機と3号機の線量はごくわずかであるため、運転中のユニットの線量に含めたとしても、全体の結果にはほとんど影響はない。

ポイントルブロー原子力発電所

ポイントルブロー原子力発電所（PLNGS）は1ユニットの発電所である。2018年、原子力発電所は稼働していた。発電所は2018年4月より、52日間停止した。2018年、PLNGSの作業員は、通常の発電所運営のための活動、保守、及び上記の計画停止期間中の活動により、線量を受けた。

2018年、2,502人の作業員の線量測定が行われた。これらの中の890人の線量は0.01mSv以下である。平均的な作業員は1.3mSvの実効線量を被ばくした。2018年にPLNGSにおいて、作業員が受けた最大の個人実効線量は13.3mSvであった。この作業員は、計画保守停止の期間中に、炉表面に近接した燃料取替機を設置しているブリッジの保守に関する作業を実施し、線量の40%を受けた燃料取り扱い班のメンバーであった。

2018年の集団線量の合計は1180人・mSvで、963人・mSvは計画保守停止期間中で217人・mSvは通常の運転中に受けた。

ジェンティリー原子力発電所2号機

ジェンティリー2号機は、CANDU炉型炉である。ジェンティリー2号機は、2018年も引き続き、廃止措置段階への移行の段階であった。原子炉は、2012年12月28日に停止された。

ジェンティリー2号機の集団線量が減少しているが、これは運転状態から安全貯蔵状態への移行にあたっての放射線関連作業の大半が、2014年に行われたためである。2018年の発電所における集団線量は、全て安全貯蔵状態への移行に関する活動によるものである。

2018年にジェンティリー2号機でモニタリングされた人数は675名であった。2018年におけるサイトの合計集団線量は0.008人・Svであった。

規制改正のハイライト

2018年中、カナダの原子力発電所は安全に運転が行われた。カナダの原子力発電所事業者は、原子力利用における衛生・安全防護及び関係者と環境の安全確保のための規定を作成し、カナダの国際義務を履行するために要求される措置を取ることを決定した。職員及び公衆の放射線量、及び環境への放射線物質排出は、規制の限度以下であった。カナダの原子力発電所（NPP）で実施された放射線防護プログラムは、適用されるすべての規制要件を満たしており、職員及び公衆の線量は規制の線量限度未満を維持していた。

安全関連の出来事

2018年、安全関連の出来事は特にない。

廃止措置関連の出来事

2018年、ジェンティリー2号機が引き続き安全貯蔵状態に移行している。

建設中の新規プラント/稼働停止のプラント

2018年、建設中のユニットはない。

ダーリントン2号機は2018年、引き続き改修されている。

結論

2018年、カナダの原子力発電所群における運転中のユニット別の平均集団線量は1.024人・Sv/基であり、CANDU WANO線量目標の0.80人・Sv/基には達しなかった。

カナダのユニットにおいては、ALARA線量を維持するために、遮蔽の改良、ソースターム軽減の活動、CZT 3D同位体マッピングシステムの活用、作業計画の改善等、様々な取り組みが行われている。

中国

1) 2018年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR	39	309.7
VVER	4	149.8
PHWR	2	427.5
全種類	45	320.1

2) 2018年の主要事象

国内線量測定傾向の概要

- 2018年、8基のPWRユニット（海陽1-2, 三門1-2, 台山1, 陽江5及び田湾3-4）が商業運転を開始した。2018年、45の原子炉について、PWR39基中の23基、PHWR2基中の1基、VVER4基中の2基が、燃料取替停止を実施した。
- 2018年の中国の原子力発電所群（PWR39基、VVER4基及びPHWR2基）における合計集団線量は14.41人・Svであったため、平均集団線量は320.1人・mSv/基となった。2018年は、10mSvを超える線量を受けた個人はいなかった。
- 原子力発電所の運転に際し、年間集団線量の原因は主に停止作業である。すべての原子力発電所の設計及び運転について、ALARAプログラムは十分に実行されている。1基あたりの平均年間集団線量は320.1人・mSv/基であり、2017年（391.2人・mSv/基）よりわずかに低い。
- 2018年の運転中原子力発電所では、人々や環境を脅かすような放射線事象は発生しなかった。この一年間のモニタリング指標が示すのは、3つの安全バリアの健全性が堅固であるということである。

規制要件

- 2018年1月1日、中華人民共和国の原子力安全法が施行された。
- 2018年11月26日国家核安全局（NNSA）による職業被ばく情報システムが確立された。
- 2018年、一般情報、一連のガイドライン及びプラントの技術レビューを含め、原子

3) 当局による報告

2018年NNSA年次報告（中国語）が発表された。

チェコ共和国

1) 2018年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
VVER	6	154

2) 2018年主要事象

集団線量の主な原因は、6回の計画停止であった。

NPP、ユニット	停止情報	集団実効線量 (人・mSv)
テメリン1号機	燃料取替に伴う60日間の標準保守停止	95
テメリン2号機	燃料取替に伴う63日間の標準保守停止	107
ドコバニ1号機	燃料取替に伴う53日間の標準保守停止	139
ドコバニ2号機	燃料取替に伴う54日間の標準保守停止	123
ドコバニ3号機	燃料取替に伴う24日間の標準保守停止	106
ドコバニ4号機	燃料取替に伴う62日間の標準保守停止	185

集団実効線量は前年と比較して安定し、若干低減しつつも、蒸気発生装置における異種材の溶接部分の非破壊検査と、蒸気発生装置注水口の溶接に影響された。

主にドコバニ3号機における主蒸気発生器のコレクタ溶接が原因となり、前年に比べて増加した。集団実行線量の別の原因としては、ドコバニNPP(全ユニット)における溶接時の過停止時線量と合計実効線量が極めて低く、これは一次系水化学管理体制が良好であること、放射線防護体制が適切に組織化されていること、また高放射線リスクを伴う作業においてALARA原則が厳格に実施されていることを意味している。すべてのCEDの値は電子式個人線量計の測定値に基づいている。

規制要件

- a) 新しいチェコの法律により、2018年における放射線防護の状況が評価された。

フィンランド

1) 2018 年線量情報

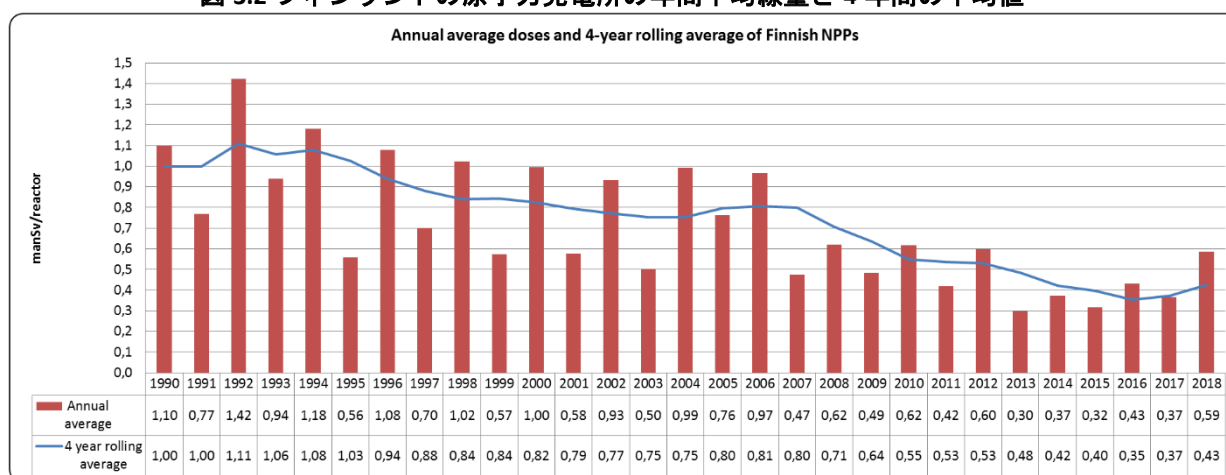
年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
VVER	2	620
BWR	2	551
全種類	4	585

2) 2018 年主要事象

国内線量測定傾向の概要

年間集団線量は、年間の停止の長さや種類に大きく影響される。2018年のフィンランドのNPPにおける集団線量（2.341人・Sv）は、主に4基中2基における長期間の停止の結果である。連続した4年間の平均集団線量は、前年と比較してわずかに増加した。しかし、長期的には、1990年代初頭から減少傾向が続いている。

図 3.2 フィンランドの原子力発電所の年間平均線量と4年間の平均値



オルキルオト

オルキルオト 1 号機 (OL1) における定期保守停止が 5 月中旬から 6 月下旬まで (41 日間) 実施された。燃料取替と保守作業に加え、20 件を超える重要な保守作業と改修作業が行われた。線量発生 の主な原因となった特定の作業は、原子炉冷却浄化システムの熱交換器の取替、またこのシステムにお ける主要な弁の保守及び原子炉内のポンプの刷新である。2017 年に起こった燃料漏れの影響は明確に 表れた。例えばタービンプラントにおいて、線量率が 2017 年の停止時に比べて 20% 増加した。OL1 における停止時の合計集団線量は 0.742 人・Sv であった。

オルキルト 2 号機 (OL2) において、停止期間が 4 月下旬に始まり、5 月上旬に終了した (13 日間)。多量の線量を発生させるような作業は行われなかった。しかし、2 つの燃料ロッドで燃料漏れが発見され、線量率が上昇し、PPE 使用の必要性が増した。OL2 の停止期間における合計集団線量は 0.176 人・Sv であった。停止期間中、作業員が NDT 検査により比較的高い線量率を被ばくしたと考えられる 5 つの様々な事象があった。これらの事象により生じた線量はかなり低かった (最大 ~0.010 mSv)。これらの事象は調査され、是正措置が決まった。

2017 年の眼の水晶体線量モニタリングの結果が、小規模な組織的活動により検証された。結論として、特別な場合に限り、個別の眼の水晶体線量計が必要であるということになった。

オルキルト 3 号機 (OL3) は未だコミッショニングの段階にある。一次中性子源がサイトに到着し、これらの取り扱いにおける中性子線量が測定された。OL3 における線量被ばくは依然としてごく少量である。

ロビーサ

2 号機において、検査のために長期間の停止が実施された。停止期間はおよそ 47 日間であった。停止時の集団線量は 0.947 人・Sv であり、主に一次側の検査、蒸気発生器の内部検査、保守作業及び関連する補助的作業 (絶縁体、付着物、RP 及び清掃) によるものであった。

1 号機において、およそ 27 日間、通常かつ短期の保守のための停止が実施され、集団線量の累積は 0.236 人・Sv であった。同様の停止と比べ、1 号機の停止時集団線量は最も低く、2 号機の中でも最も低い集団線量であった。

ソースタームの軽減：2019 年、停止時の冷却材浄化を可能にするため、一次冷却材浄化系 (TC) の改良が行われる予定である。現在の設定では、一次冷却材ポンプで生じた差圧によってろ過を行っているため、ポンプ停止中にはろ過は実施されていない。この改良においては、新しい循環ポンプ及び蒸気発生装置の容器の配管の設置が行われる。

3) 当局の報告

更新された IAEA 規則及び新たな欧州指令を満たすため、原子力エネルギー法、放射線法、及び新たな規制ガイド (YVL ガイド) の更新プロセスが、2018 年もフィンランドにおいて継続された。新放射線法が 2018 年 12 月 15 日に発行された。

2018 年 9 月 20 日、フィンランド政府は原子力エネルギー法の下、TVO 社に対し、オルキルト 1 号機及びオルキルト 2 号機の運転許可の更新を認めた。TVO 社は 2038 年末までユニットを運転する許可を得た。TVO 社はまた、オルキルトサイトに存在する現行の使用済み核燃料中間貯蔵施設及びその他の核廃棄物貯蔵施設を 2038 年末まで使用する許可も得た。

オルキルト 3 はコミッショニングの段階に入った。事業者は 2016 年 4 月に運転許可申請を提出した。2018 年の間、STUK は申請に対する安全評価の準備を行った。STUK が安全評価を決定した後、2019 年 3 月に、事業者は運転許可を得た。

1つの新しいユニットが建設許可段階にあり（フェンノボイマ社のハンヒキヴィユニット、AES-2006）、現在 STUK は送付された CLA 書類の最初の部分のレビューを行っている。2018 年中、STUK は許可申請の活動に関する検査を実施した。

2015 年 11 月 12 日、フィンランド政府はオルキルオト原子力発電所の使用済み核燃料のカプセル化プラント及び処分施設の建設許可を与えた。実際の建設作業は 2016 年末に始まった。運転許可については 2020 年初めに申請されることが見込まれている。

フィンランドにおける唯一の研究炉が、廃止措置段階に入った。廃止措置許可に関する申請が 2017 年 6 月に提出された。STUK は 2019 年 3 月に安全評価を行った。

フランス

1) 2018 年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR	58	670
最終的に停止または廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR	1	45
PHWR	1	5
GCR	6	3
FNR	1	1

2) 2018 年主要事象

国内線量測定傾向の概要

2018 年、フランスの原子力発電所群（PWR58 基）における平均集団線量は、（フランス電力会社（EDF）の 2018 年の目標が 690 人・mSv/基であったのに対し、）670 人・mSv/基であった。3 ループ原子炉（900 MWe、34 基）の平均集団線量は、760 人・mSv/基であり、4 ループ原子炉（1300 MWe 及び 1450MWe、24 基）では 540・mSv/基であった。

停止の種類と回数

種類	回数
ASR - 短期停止	20
VP - 通常停止	20
VD - 10 年毎停止	5
停止なし	13
強制停止	4 (*)

(*): 線量 > 18 人・mSv

具体的な活動

種類	回数
SGR	0
RVHR	0

停止時集団線量が、合計集団線量の 83%を占めている。原子炉の運転中に生じた集団線量は、全体の 17%を占めている。中性子合計集団線量は、0.216 人・Sv であり、内 68%（0.147 人・Sv）は使用済燃料の移送により生じた。

個人線量

2018年のEDF原子炉において、連続した12ヶ月で16 mSvを超える線量に被ばくした者はいなかった。被ばくした作業員の80%は、蓄積線量が1mSvを下回っており、99.7%は10 mSv未満であった。

線量測定傾向に影響を及ぼした2018年の主要事象は以下の通り：

- パリュエル2号機の蒸気発生器交換 (SGR)
使用済みSGの落下(2016年3月)のため、停止期間は3年間とされ(2015年5月16日～2018年7月23日)、合計集団線量は2,766人・mSvであった。
- 熱スリーブの交換
2018年のベルビル2号機におけるH18制御棒の機械故障の後、熱スリーブの交換が行われた。故障は熱スリーブ装着と異物による関連リスクによるものである。
ベルビル2(1スリーブ、15人・mSv)、サン・タルバン2(13スリーブ、91人・mSv)、ノジャン1(1スリーブ、6人・mSv)、パリュエル3(20スリーブ、142人・mSv)において熱スリーブの交換が行われた。

3ループ原子炉-900MWe

2018年はフェッセンハイム原子力発電所において特別な年であり、1号機の通常停止が予定されていたが、短期停止に変更され、最終的に停止自体がキャンセルされた。2018年に原子力発電所の停止は行われなかった。

- トリカスタン2号機における燃料節約のための75日間の停止
- ビュジェ3号機及びグラヴリーヌ2号機においては停止なし
- トリカスタン3号機における1回の停止が2018年に開始

3ループ原子炉の停止プログラムは、11回の短期停止、16回の標準停止、及び10年ごとの停止が2回(2017年に開始されたクリュアス2及びグラヴリーヌ6)で構成された。

さまざまな種類の停止作業における最低集団線量は、以下のとおりであった。

- 短期停止: シノンB3で0.173人・Sv
- 標準停止: ダンピエール2で0.643人・Sv
- 10年毎の停止: グラヴリーヌ6で1.583人・Sv

4ループ原子炉-1,300MWe及び1,450MWe

2016年は、5基のユニットで停止が行われなかった。2018年、ノジャン1では停止の予定がなかったが、強制停止が行われた。

4ループ原子炉の停止プログラムは、9回の短期停止、4回の標準停止、10年ごとの停止が3回で構成されている。

パリュエル2において2015年に開始したSGRを伴う3回目の10年ごとの停止が、SGRに伴い(2016年のSG落下)2018年に終了した。

2017年に開始した停止が、2018年に終了した(ベルビル2、制御棒の機械故障)。

2018年に開始した3件の停止は終了していない:ベルビル1、パンリー1、フラマンヴィル1(3回目の10年毎の停止)。

さまざまな種類の停止作業における最低集団線量は、以下のとおりであった。

- 短期停止: カットノン1で0.179人・Sv
- 標準停止: ノジャン2で0.639人・Sv
- 10年毎の停止: ショー1で1.013人・Sv

放射線防護に関する主な重大事象 (ESR)

2018年、2件の事象が INES 尺度によってレベル1に分類された(2017年は3件)。全て皮膚に関する事象である。

- クリュアス NPP
2018年5月に4号機で1件:いくつかのバルブの管理の際、Co-60によって顔(顎ひげ)に汚染があった。皮膚線量が年間線量限度の4分の1を上回ると推定される。
- トリカスタン NPP
2018年11月に1件:原子炉建屋において自動施錠機器の取替の際、汚染が発生した。皮膚線量が年間線量限度の4分の1を上回ると推定される。

2019年の発表

フェッセンハイム原子力発電所:1号機が2020年9月に、2号機が2022年8月に、最終的に停止される。

2019年の目標

2019年のフランスの原子力発電所群における集団線量目標は、0.70人・Sv/基である。

個人線量に関する目標は2018年と同様である。連続する12か月のける個人線量が18mSvを超える作業員をゼロにするという目標は引き続き維持される。以下の指標が用いられる:

- 作業員数 連続する12か月における個人線量が10mSv 超 \leq 160人
- 作業員数 連続する12か月における個人線量が14mSv 超 \leq 0人

最も被ばくしている作業員の個人線量測定の高頻度を維持するため、連続する12か月において10mSvを超える少なくとも5人の作業員の集団の月ごとのフォローアップを実施している。

2019年の今後の活動

個人線量:報告なし

集団線量:2012年に開始された活動の継続

- オレンジゾーンへの立ち入りの簡略化
- ソースターム管理(停止中、管理中、ホットスポットの撤去中における酸素化と浄化、ガンマカメラによるテスト)
- 最も汚染されている回路の化学除染
- 生体遮へいの最適化(CADORソフトウェアを使用)
- 原子炉監視装置(RMS)の組織的な準備

2019年には44回の停止が計画されている（2018年は45回）。その内訳は、15回の短期停止（2018年は20回）、22回の標準停止（2018年は21回）、10年ごとの停止が7回（2018年は4回）及び1回のSGR（グラヴリーヌ5号機）である。2018年に開始された4件の停止、つまりベルビル1号機及びパンリー1号機における短期停止、トリカスタン3号機における標準停止、フラマンヴィル1号機における10年ごとの停止は、2019年に終了する予定である。

2019年は次の発電所においてRHRS回路の水圧試験を実施する予定である（昨年のフィードバックに反して高線量が発生する活動）。ベルビル2号機、ブレイエ2及び4号機、ビュジェ3号機、カトノン3及び4号機、シノン3号機、ショー2号機、クリュアス1及び2号機、ダンピエール1号機、フラマンヴィル2号機、グラヴリーヌ1及び4号機、パリュエル2及び4号機、サン・タルバン2号機、トリカスタン1及び2号機、サン・ローラン1号機

3) 当局からの報告

フランス原子力安全局（ASN）は、原子力発電所において電離放射線を受ける作業員の防護に関連する規制について、遵守の状況を検査する。この点においてASNは、EDF従業員または請負作業員のどちらも含むサイトで活動するすべての作業員に関与する。

ASNが考えるところによると、特に施設や汚染のリスクを防止するために取られたステップにおける放射能の清浄度という点で、2018年に原子力発電所が実施した放射線防護の方法は様々である。この知見をもとに、関係する原子炉においてこういった状況を是正するために要求される作業計画の実施についてASNは厳重な検査を実行する。

ASNは、2018年のNPPにおける放射線防護状況について、全体として以下の改善点があると考えている。

- ASN検査官はいくつかのサイトで、一部の外部の請負業者において放射線防護文化の欠落を観測した。取られるべき防護措置について、モニタリングを強化し、様々なEDFの事業体と外部の請負業者の間で、交流を深めることが要求される。
- 工業用ラジオグラフィ作業場の管理が脆弱である。

ASNは特に立入禁止区域において標識または作業員の存在が不十分であることについて指摘した。作業員の準備、さらに専門的な様々な請負業者の活動、標識の最適化及びこれらの作業場を準備される際に実施される設備の点検において向上が求められる。

- 被ばく線量の最適化の手段は、作業についてのリスク評価や特に予期せぬ事象に続く作業についての再評価についての線量評価の最適化の取り組みは強化されるべきである。
- 線源の管理という点ではさらなる厳格さが要求される。
- 認可されていないスタッフによる標識の除去についてさらに警戒しなくてはならないが、放射線区域の管理は向上している。

ドイツ

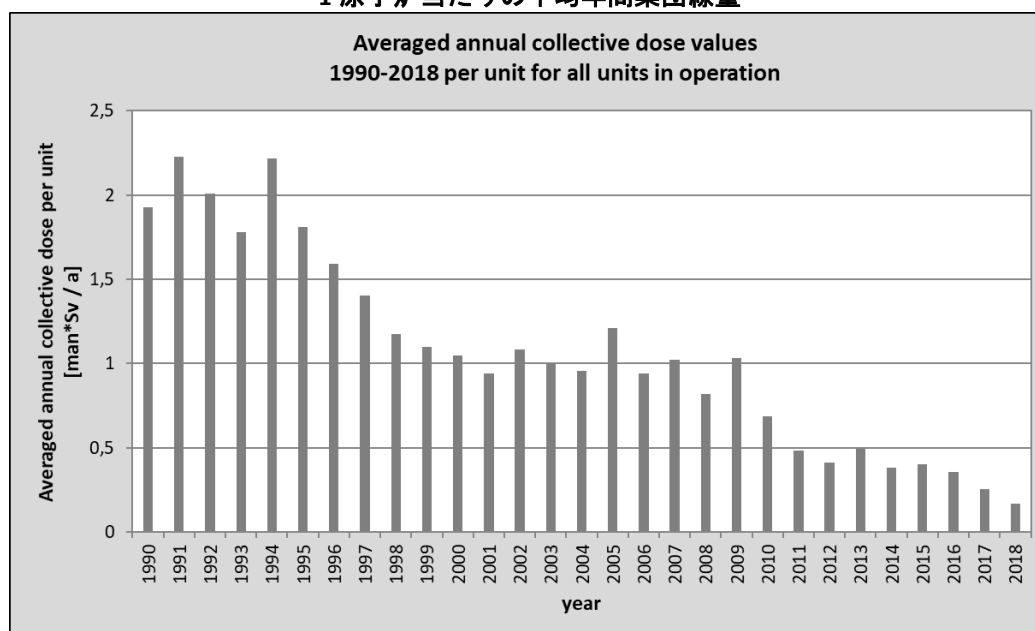
1) 2018 年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR	6	103.8
BWR	1	554.1
最終的に停止または廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR	8	94.8
BWR	5	108.4

2) 2018 年主要事象

国内線量測定傾向の概要

図 3.3 ドイツにおける 1990-2018 年における運転中のすべての原子炉についての
1 原子炉当たりの平均年間集団線量



福島事故後、ドイツでは商用発電のための原子力の利用が打ち切られることとなった。この決定は 2011 年 8 月 6 日に原子力法の改正により施行され、8 基の原子力発電所（ビブリス A、ビブリス B、ブルンスビュッテル、イザール 1 号機、クリュンメル、ネッカー 1 号機、フィリップスブルク 1 号機及びウンターペーサー）の今後の運転が停止された。

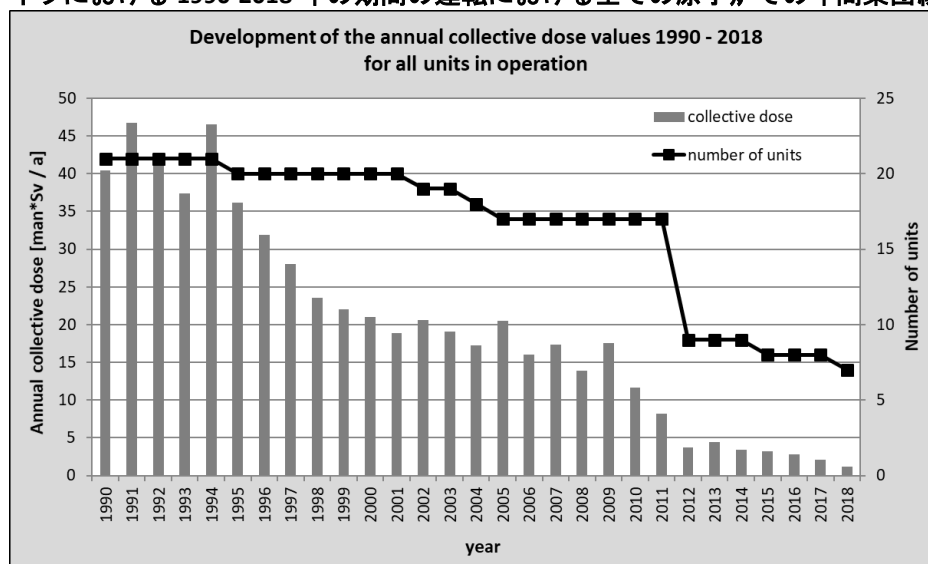
本改正法により残りの運転中の原子力発電所 9 基については、フィリップスブルク 2 号機は遅くとも 2019 年末までに、また他の 3 基は 2021 年末と 2022 年末までに停止するなどして、2022 年末までに段階的に永久停止される予定である。

この流れで、2015 年 6 月 27 日にグラーフエンラインフェルト原子力発電所が、2017 年 12 月 31 日にグンドレミンゲン B が停止した。停止した原子力発電所のうち 5 基（ビブリス A、ビブリス B、イザール 1 号機、ネッカーヴェストハイム 1 号機及びフィリップスブルク 1 号機）について、2017 年に廃止措置が開始された。現在停止中の残りの原子力発電所 3 基については、運転停止後フェーズに入った。ブリュンスビュッテルについては 2018 年 12 月 21 日に廃止措置許可が下りたが、クリュンメル及びグンドレミンゲン B については 2018 年末まで廃止措置許可が下りなかった。

1990 年から 2018 年のすべての運転中の原子炉における平均年間集団線量の傾向は、上図に示されている。2011 年から 2012 年にかけて観測された減少は、8 基の原子力発電所が停止したことによるものである。これらの原子炉は古い建設ラインに属するため、後の建設ラインと比較すると、年間集団線量が一般的に高くなっている。2018 年の運転中の原子炉（PWR6 基と BWR1 基）における 1 基あたりの平均年間集団線量は 0.17 人・Sv であり、PWR では 0.10 人 Sv、BWR では 0.55 人・Sv を達成した。下図の通り、同様の傾向が合計年間集団線量でも得られた。

廃止措置中のプラントについては、平均年間集団線量がさらに低く、0.10 人・Sv であった。ここでは運転停止後フェーズにおける 3 基のプラントと 10 期の原子力発電所（ウンターヴェーザー、グラーフエンラインフェルト、ビブリス A、ビブリス B、イザール 1 号機、ネッカーヴェストハイム 1 号機、フィリップスブルグ 1 号機、ミュルハイム・ケールリッヒ、オブリッヒハイム及びシュターデ）が考慮されている。

図 3.4 ドイツにおける 1990-2018 年の期間の運転における全ての原子炉での年間集団線量の推移



ハンガリー

1) 2018 年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の年間平均集団線量 (人・mSv/基)
VVER	4	285 (電子式線量計); 313 (TLD)

2) 2018 年主要事象

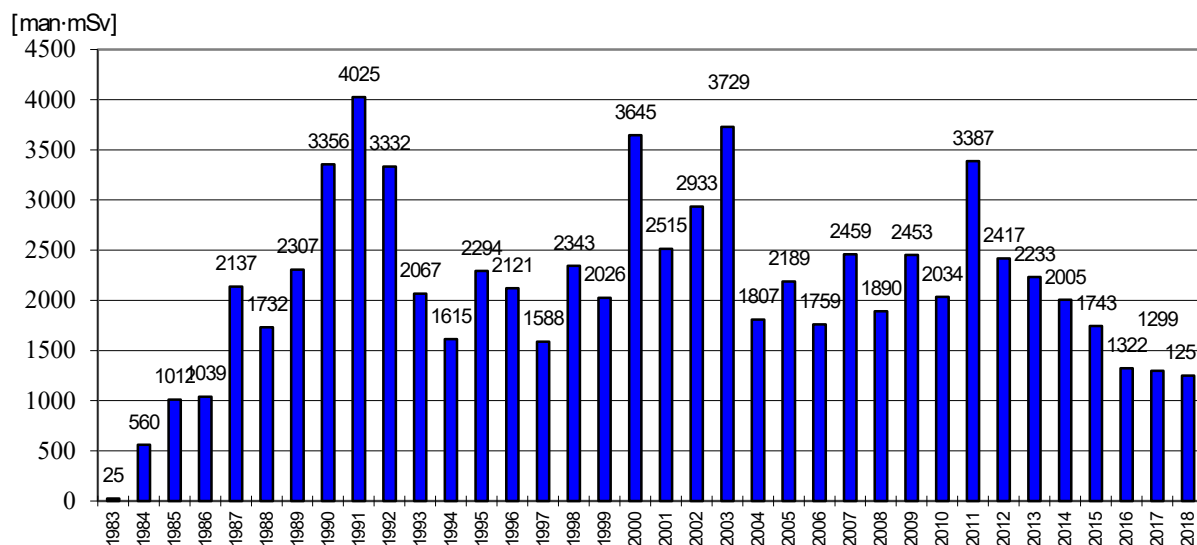
国内線量測定傾向の概要

運転線量測定の結果に基づくと、2018 年のパクシュ NPP における集団放射線被ばくは、1140 人・mSv であった（線量測定作業許可を有する者が 780 人・mSv、有さない者が 360 人・mSv）。最高個人放射線被ばくは 7.7 mSv であり、20 mSv/年という線量限度及び 12 mSv/年という線量拘束値をはるかに下回っていた。

集団線量は、前年を下回った。

原子力発電所における年間集団線量値の推移（当局による TLD モニタリングの結果に基づく）

図 3.5 ハンガリーにおける 1990～2018 年の期間におけるすべての原子炉についての年間集団線量の推移



2000年から、本データは個人線量等量Hp(10)で見積もられている。

線量測定傾向に影響を及ぼした事象

2018 年には、通常の総点検（長期保守停止）が 1 回行われた。3 号機における停止時の集団線量は、298 人・mSv であった。

停止の回数及び期間

停止の期間は、1 号機で 27 日間、2 号機で 26 日間、3 号機で 52 日間であった。4 号機では、停止は実施されなかった。

イタリア

1) 2018 年線量情報

年間集団線量		
最終的に停止または廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR	1	15.58 人・mSv (1 基・トリノ NPP)
BWR	2	43.71 人・mSv (1 基・カオルソ NPP[2.67 人・mSv]+1 基・ガリリアーノ NPP[41.04 人・mSv])
GCR	1	7.10 人・mSv (1 基・ラティナ NPP)

日本

1) 2018 年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 [人・mSv/基]
PWR	18	228
BWR	22	98
All types	40	156
停止または廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 [人・mSv/基]
PWR	6	119
BWR	10	2,802
GCR	1	0
LWCHWR	1	68

2) 2018 年主要事象

国内線量測定傾向の概要

2018 年の運転中原子炉における平均年間集団線量は、前年（2017 年）の 129 人・mSv/基から増加して 156 人・mSv/基となった。また、福島第一 NPP を除いた停止中もしくは廃止措置中の原子炉における平均年間集団線量は 101 人・mSv/基、及び福島第一 NPP では 4,603 人・mSv/基であった。

運転中の原子炉の平均年間集団線量は、2017 年とほぼ同水準である。これは、ほぼ全ての原子炉が福島第一 NPP 事故後、長期にわたって停止しているためである。

原子力発電所の運転状況

2018 年度は 9 基のみが運転していた。

2018 年 4 月 1 日～4 月 17 日:	4 基 (高浜 3、4 号機、大飯 3 号機、川内 2 号機)
2018 年 4 月 18 日～4 月 23 日:	5 基 (高浜 3、4 号機、大飯 3 号機、玄海 3 号機、川内 2 号機)
2018 年 4 月 24 日～5 月 10 日:	4 基 (高浜 3、4 号機、大飯 3 号機、玄海 3 号機)
2018 年 5 月 11 日～5 月 18 日:	5 基 (高浜 3、4 号機、大飯 3、4 号機、玄海 3 号機)
2018 年 5 月 19 日～6 月 2 日:	4 基 (高浜 3 号機、大飯 3、4 号機、玄海 3 号機)
2018 年 6 月 3 日～6 月 18 日:	5 基 (高浜 3 号機、大飯 3、4 号機、玄海 3 号機、川内 1 号機)
2018 年 6 月 19 日～8 月 3 日:	6 基 (高浜 3 号機、大飯 3、4 号機、玄海 3、4 号機、川内 1 号機)
2018 年 8 月 4 日～8 月 30 日:	5 基 (大飯 3、4 号機、玄海 3、4 号機、川内 1 号機)
2018 年 8 月 31 日～9 月 2 日:	6 基 (大飯 3、4 号機、玄海 3、4 号機、川内 1、2 号機)
2018 年 9 月 3 日～10 月 29 日:	7 基 (高浜 4 号機、大飯 3、4 号機、玄海 3、4 号機、川内 1、2 号機)
2018 年 10 月 30 日～12 月 6 日:	8 基 (高浜 4 号機、大飯 3、4 号機、玄海 3、4 号機、川内 1、2 号機、伊方 3 号機)
2018 年 12 月 7 日:	9 基 (高浜 3、4、大飯 3、4 号機、伊方 3 号機、玄海 3、4 号機、川内 1、2 号機)

福島第一 NPP 作業員の被ばく線量分布

表 3.1 2018 年における福島第一 NPP の被ばく線量の蓄積線量分布

蓄積線量区分 (mSv)	2018 年度 (2018 年 4 月～2019 年 3 月)		
	TEPCO	外部委託	合計
> 50	0	0	0
20～50	0	0	0
10～20	21	853	874
5～10	70	870	940
1～5	247	2856	3103
≤1	1105	5284	6389
合計	1443	9863	11306
最大 (mSv)	15.55	19.90	19.90
平均 (mSv)	1.04	2.65	2.44

* 東京電力は、使用者が施設の放射線管理区域に入る度に用いられる警報付ポケット線量計 (APD) の積算値を使用している。これらのデータは、個人積算線量計で計測した月間線量データに置き換えられている場合がある。

* 2011 年 10 月以降、深刻な内部被ばくはなかった。

* 内部被ばく線量は、再確認後に修正される可能性がある。

規制要件

新安全基準の審査が、2013 年 7 月に開始された。2018 年度は、1 基の PWR に認可が下りた。

3) 当局による報告

検査システムの改正

原子炉規制法に規定されている通り、チェックリストによる検査の可否等に重点を置き、原子力施設に対する数種類の検査が個別に実施された。2017 年 4 月、システムに柔軟性を持たせ、事業者の安全に関する課題と懸念事項を中心とした安全に関する全体的な活動を包括しつつ、さらに安全性を向上させるために、原子力規制法が改正された。具体的には、事業者が自身で規制要件への適合性を検査する義務を付与するとともに、原子力規制庁が事業者による安全に関わる全体的な活動を常時点検出来るシステム (原子力規制庁が常時あらゆるものに対し、詳細に監視できるシステム) を開発した。さらにシステムは、各原子力発電所において運転上の安全を包括的に評価し、安全実績を次の検査に適切に反映することにより、効果的で実績主義の規制を実施するために設計された。このシステムにより、原子力規制庁は、事業者が保守と安全レベルの改善について、自主的に対処することを奨励する。このように、かつてのセグメント化された規制を統合する新しい規制システムについて、2018 年の秋から試験的に運用しており、試験と諸問題の解決の後、2020 年度以降、システム化された検査プログラムとして実践的に運用を開始することを目指している。

韓国

1) 2018 年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR	20	368
PHWR	4	397
All types	24	373
最終的に停止または廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR	1	70

2) 2018 年主要事象

国内線量測定傾向の概要

2018 年は、全 24 基（PWR20 基及び PHWR4 基）の NPP が運転していた。2017 年 6 月 18 日より、古里 1 号機が永久停止された。

NPP 運転に関しては、合計 15,877 人の作業員が放射線管理区域に立ち入り、合計 9,025.55 人・mSv の線量を受けた。作業員の合計数は 2018 年に 1,376 人増加し、合計集団線量は前年（2017 年）の 7,528.40 人・mSv から 1,497.15 人・mSv（約 19.9%）増加した。

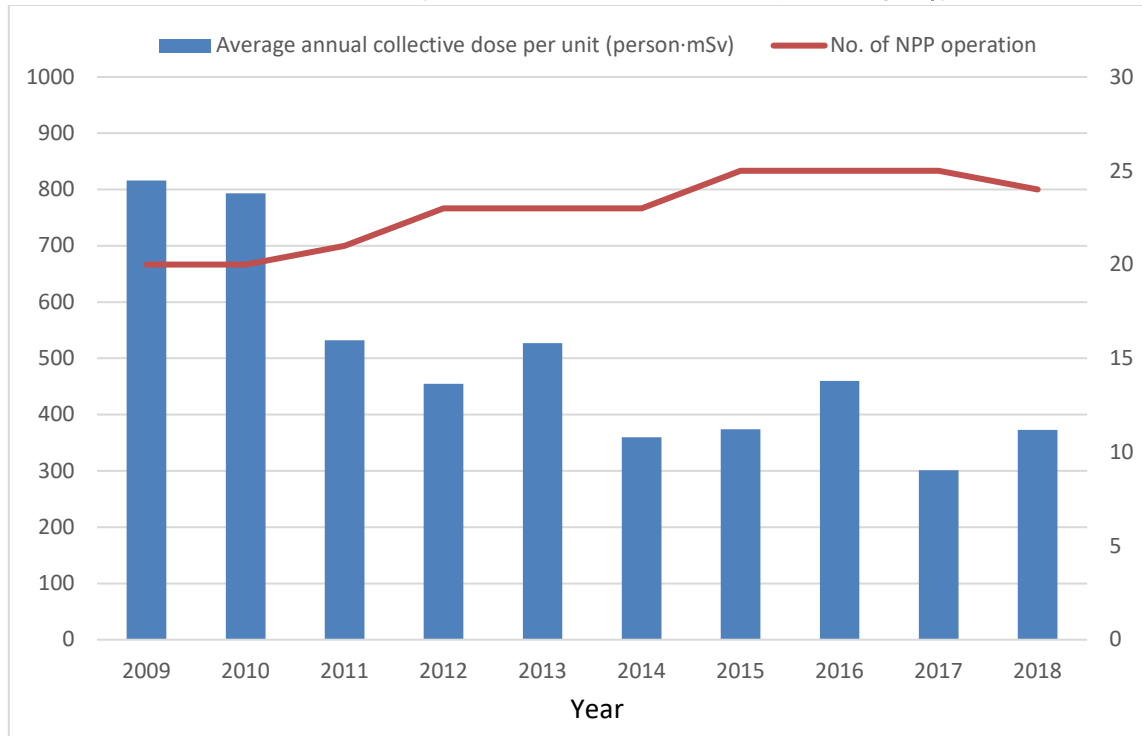
2017 年と比較し停止の合計期間が約 18.9%延長し、多くの原子力発電所で主要な保守作業が行われている際に線量が増えた。2018 年の集団線量の主要因は停止時作業であり、合計集団線量の 90.7%を占める結果となった。

2018 年の運転中 NPP24 基の 1 基あたりの平均集団線量は、373 人・mSv であった。2018 年の平均個人線量は、0.57mSv であった。線量が 50mSv を超えた個人はいなかった。2018 年の最大個人線量は 13.71mSv であった。線量が 1mSv に満たない個人の割合は、全体の 85.37%であった。主に外部被ばくによって生じた線量が約 96.6%を占め、内部線量は合計被ばく線量の 3.4%のみであった。PHWR における内部線量が占める割合は、トリチウム被ばくが原因となり、PWR（ほぼ 0%）と比較して高くなった（約 19.3%）。永久停止された原子炉の場合、古里 1 号機では、停止時の保守作業のために 69.67 人・mSv が報告された。

表 3.2 NPP における職業線量分布 (2018 年)

年	合計人数	各線量範囲に該当する人数 (mSv)								
		< 0.1	[0.1-1)	[1-2)	[2-3)	[3-5)	[5-10)	[10-15)	[15-20)	[20-)
2018	15,877	10,356	3,198	969	462	466	328	89	9	0

図 3.6 2009～2018 年における NPP ユニット当たりの平均集団線量



リトアニア

1) 2018年線量情報

年間集団線量		
最終的に停止または廃止措置中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
LWGR	2	418

2) 2018年主要事象

線量測定傾向に影響を及ぼした事象

2018年、イグナリナ NPP (INPP) における職業線量は、経済、社会、技術の状況を全て考慮しつつ、可能な限り低く保たれていた。2016年は634人・mSv、2017年は897人・mSv、2018年は836人・mSv(計画線量の72%)、であった。INPP職員の集団線量は823人・mSv(計画線量の75%)で、請負業者の職員では13人・mSv(計画線量の18%)であった。使用された外部線量測定システムは、熱ルミネッセンス線量計(TLD)である。

個人線量が18mSvを超えた人はいなかった。INPPスタッフの最高個人実効線量は、15.47mSvで、請負業者職員では1.4mSvであった。INPPスタッフの平均個人実効線量は、0.5mSvで、請負業者職員では0.02mSvであった。

INPP1号機及び2号機における技術サービスと廃止措置中における集団線量の原因となった主な作業は、設備の廃止措置、CONSTOR®RBMK-1500/M2コンテナ処理、燃料取り扱い、ホットセルの修理、使用済燃料貯蔵施設のプールホール・炉室・原子炉補助建屋における最新化及び保守作業、廃棄物及び液体廃棄物の取り扱い、作業場の放射線モニタリングと放射能調査、主循環回路の絶縁である。

2018年は、機器や系統の取り替えは行われなかった。また2018年には不測の事象もなかった。

新規又は試験的な線量低減プログラム

最新の作業構成の原則を取り入れること、プラント設備近代化のための広範な作業を行うこと、また自動システムを使用し、作業中にALARA原則を継続的に実践することによって、線量を低減させた。安全文化のレベルを評価及びアップグレードし、品質改善システムの有効性を向上及び支援することが非常に重要である。

組織の進展

2018年は、廃止措置の重要なステージが次の通り達成された。2017年に中間貯蔵施設の運転が開始され(プロジェクトB1、ISFSF)、ユニットから取り出した燃料を貯蔵施設へ移送する作業が2018年も継続された。INPPの職員と関係機関とのチームワークにより、INPPは新たな固体廃棄物処理及び貯蔵施設(B234プロジェクト)において、放射性物質を用いた「ホット試験」の実施といった新たなステージを開始することができた。2017年は、短寿命・極低レベル放射性廃棄物の埋め立て処分施設における処分モジュールの設計が合意され、2018年も建設作業が継続された。

年々解体作業の作業範囲が拡大しており、大掛かりな計画が 2017 年に立案され、2018 年に実行された。2018 年は、5 千トンの設備と関連する建造物が解体された。全廃止措置中に、15 万 6 千トンの設備が解体された。

INPP は、原子力・放射線安全要件に従い、放射能汚染防止のために最大限の措置をとることで、放射性廃棄物貯蔵の安全性を確保しなければならない。そのため、燃料貯蔵施設及び放射性廃棄物処分場の建設は、INPP での活動において戦略的重要性を持つ。

INPP で優先順位の高い活動は、原子力及び放射線安全、活動の透明性と効率性、スタッフの責任と作業員の高い専門性、社会的責任である。

3) 当局による報告（別の貢献が可能な場合）

2018 年、原子力発電安全規制局（VATESI）は承認された検査計画に従い、イグナリナ NPP の放射線防護検査を実施した。評価は、以下の分野と活動について、どの程度放射線防護要件が実行されているかについて行われた。すなわち、放射性物質のクリアランス、設備の解体、職業被ばくのモニタリング、個人及び作業場のモニタリング機器の較正とテスト、作業員の汚染管理、線量が集中する作業員のための作業計画と作業許可手順、放射線源の使用である。検査結果によると、イグナリナ NPP の活動は、既存の放射線防護要件に沿って実施されていることが分かった。作業員の汚染管理の準備に関する検査が行われた際、改善を要する分野が特定され、イグナリナ NPP の手順に対応するレビューに関する提言が行われた。その後は是正措置が取られた。

2018 年、原子力安全に関連する放射線防護の 3 つの法的文書が承認された。すなわち「原子力エネルギー分野における電離放射線源を伴う活動の正当化の評価（BSR-1.9.5-2018）」、「原子力エネルギー分野における電離放射線源を伴う活動のための放射線防護専門家の認識及び放射線防護専門家と協議の上で前述の作業を実施する義務（BSR-1.9.6-2018）」及び「線量作業の認識手順の規則（BSR-1.9.7-2018）」である。

2018 年も引き続き、VATESI は新しい原子力施設の建設と稼働、これらの活動と施設の放射線防護を含め、INPP の廃止措置、放射性廃棄物管理における原子力安全を監督・管理する。

メキシコ

1) 2018 年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 [人・mSv/基]
BWR	2	727.43

2) ISOE 参加国の主要事象

国内線量測定傾向の概要

メキシコに存在する原子炉は、ベラクルス州ラグナベルデにあるラグナベルデ原子力発電所の 2 基の BWR/GE ユニットである。2018 年の 1 号機集団線量は 758.16 人・mSv であった。2018 年における 2 号機集団線量は 696.70 人・mSv であった。

ラグナベルデで記録されている、運転中及び燃料取替停止時の集団線量は、BWR の平均値よりも高い。運転中の集団線量が高い理由は、装置の故障または欠陥ためである。いくつか例を挙げると、蒸気漏れ、原子炉冷却水浄化システムのポンプの故障、放射性廃棄物処理システムの不具合である。燃料取替停止時の集団線量が高い主な原因は、放射能ソースターム（Co-60）によって高放射線区域が生じたためである。

線量測定傾向に影響を及ぼした事象

- a) **放射性ソースタームの増加:**この要因は、原子炉内構造物の応力腐食割れを防ぐために 2006 年以来貴金属と水素を交互に適用してきたことによる原子炉水化学の不安定化によるものであった。この要因は、依然としてプラントにおける線量率、特に燃料取替停止時のドライウェル内に強く影響を及ぼしている。
- b) 3つの系統における化学物質の除染：RRC、炉の水洗浄（RWCU）

主な進展

化学物質の除染の考慮

新しい実験的な線量低減プログラム

ラグナベルデ原子力発電所での高い集団線量に関連する主な問題は、放射性ソースターム（原子炉冷却水と接触する配管、バルブ、および機器の内面に沈着した不溶性コバルト）の継続的な増加である。

原子炉水化学の制御と最適化は、ソースタームの制御と最終的な削減において基本的な役割を果たす。ソースタームコントロールを目的とした主な戦略/アクションは以下のものがある。

- オンラインの貴金属の化学（OLNC）
- コバルト選択的除去樹脂の冷却水への連続的な適用
- 冷却水への亜鉛の継続的な添加
- 給水鉄濃度の制御
- 冷却水浄化系（RWCU）の継続的な作動
- 原子炉への水素注入の継続性及び可能性の最適化
- 原子炉停止中の大流量（600gpm）でのCRUDポンプの利用
- 原子炉停止中の可搬型脱塩装置の利用
- 冷却水浄化（RWCU）装置の効率向上のための改良
- 燃料取替停止中における再循環ループの化学除染
- 機器の交換の計画

オランダ

1) 2018 年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉形式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 [人・mSv/基]
PWR	1	378
最終的に停止または廃止措置中の原子炉		
原子炉形式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 [人・mSv/基]
BWR	1	0

2) 2018 年主要事象

2018 年の原子炉停止中に主加圧器の安全弁の保守管理中に内部被ばくが 1 件生じた。生涯実効線量は 0.01mSv より低いと推定された。

パキスタン

1) 2018 年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉形式	原子炉の基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 [人・mSv/基]
PWR	4	243.328
PHWR	1	3830.11

2) 2018 年主要事象

線量傾向に影響を及ぼした事象（停止情報(回数と期間)）

表 3.3 パキスタンにおける停止情報（回数と期間）

形式	ユニット	停止 (回)	期間(日)
PWR	C-1	09	76.53
	C-2	06	44.97
	C-3	04	67.30
	C-4	06	12.83
PHWR	K-1	11	169.00

ルーマニア

1) 2018年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉形式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 [人・mSv/基]
PHWR	2	247

2) 2018年主要事業

線量測定傾向に影響を及ぼした事象

プラントの通常運転 (1号機、2号機)

2018年末：

- 年間線量が1mSvを超える従業員140名；年間5mSvを超える従業員3名；10mSv（計画外被ばく）を超える個人線量0名；15mSvを超える個人線量0名
- 2018年の最大個人線量 5.84mSv
- トリチウムの摂取による内部被ばくの寄与が17.3%.

計画停止

- 1号機において、2018年5月2日から6月4日までの期間で34日間の計画停止が実施された。集団線量に主に寄与する作業は以下の通りであった。
- 蒸気発生器の渦流探傷試験（ECT）
- 燃料交換用クレーンの予防的保守管理
- フィーダー・ヨークのクリアランス測定と補正
- 配管の検査及びフィーダー・キャビネットの損傷の修復支援
- 計画停止中の定期点検
- フィーダーの厚さ測定、フィーダーのクリアランス測定、フィーダー・ヨーク測定、エルボー配管の検査
- 緩衝器の検査、配管支持部の検査
- 技術的設計変更の実施

計画停止の終了時の合計集団線量は310 man・mSv（外部被ばく線量：247.5 man・mSv、トリチウムによる内部被ばく線量：62.5 man・mSv）。

最終的に、計画被ばく中の集団線量の2018年の集団線量への寄与は、62%であった。

計画外の停止

2号機—9月5～8日の期間に燃料取替機の故障を修理するため規則に沿って停止した。

新しい実験的な線量低減プログラム

プラントの通常運転中の個人線量と集団線量を低減するため、防護・保守プログラムの最適化のための行動計画を発行し、実施した。

2018年12月に「放射線管理区域（RCA）の出口での汚染モニターのアラームでの個人ごとの対応」という行動計画を発行した。汚染モニターのアラームでの個人ごとの対応は放射線防護担当者の監視・指導プログラムにおいて課題の一つとなっている。作業の実施、放射線防護の基礎、放射線防護の用具や制度における不備な点を認識して是正するために放射線防護担当者はすでに監視・ガイダンスプログラムに関わっている。集団線量の作業ごとに集積した監視について、推定の集団線量と実際の状況を比較するために、2018年の停止期間中に初めて、特別に設計されたアプリケーションを用いた。このアプリケーションは、すべての作業の線量のモニタリングの改善のために現在でも用いられている。

放射線防護監督者は、高リスク放射線作業の作業前の説明に参加する。放射線防護技術者は高リスク放射線作業（非破壊検査を含む）の放射線防護の補佐として役割を果たす。

ロシア連邦

1) 2018年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉形式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 [人・mSv/基]
VVER	19	748.2
最終的に停止または廃止措置中の原子炉		
原子炉形式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 [人・mSv/基]
VVER	3	274.8

国内線量測定傾向の概要

2018年において19基の運転中VVER型原子炉における電気事業者の従業員と請負業者の合計実効年間集団線量は、14216 man・mSvであった。この数値は、2017年と比較して59%の上昇を示している。観察された変化は停止期間が以前の年と比べて有意に長くなっている（2017年は716日に対して2018年の1191日）ことの結果であるが、このことはVVER-440型原子炉で実施している最新化や寿命延長活動に関連している。

比較の分析により、運転中のVVER-440型炉、VVER-1000型炉、VVER-1200型炉のグループの平均年間線量・集団線量のかなり大きな差異が示されている。2018年における結果は以下のとおりである。

- 運転中の5基のVVER-440型炉（コラ1～4、ノボボロネジ4）について、1645.5 man・mSv/基
- 運転中の13基のVVER-1000型炉（バラコボ1～4、カリーニン1～4、ノボボロネジ5、ロストフ1～4）について435.9 man・mSv/基
- 運転中の1基のVVER-1200型炉（ノボボロネジ6（ノボボロネジII原子力発電所1号機としても知られている））について、321.3 man・mSv/基

これらの結果は、VVER-440型炉についての平均年間集団線量は、VVER-1000やVVER-1200型炉の平均値よりも4、5倍高い。

デコミッションングの状況にある3基の原子炉（ノボボロネジ1～3）についての平均年間集団線量は、824.5 man・mSvであった。

計画停止中の電力事業者従業員と請負業者の合計集団線量は、すべての集団線量の87.8%を示している。

強制停止中の電力事業者従業員と請負業者の合計集団線量は、すべての集団線量の0.01%を示している。

個人線量

2018年における電力事業者従業員と請負業者の個人実効線量は、VVER-440型炉、VVER-1000型炉、VVER-1200型炉のどの原子炉においても18.0 mSv/年の管理線量レベルを超えなかった。

個人線量の最大記録線量は17.6 mSvであった。この線量は、コラ原子力発電所の管理部の作業者が1年間にわたり徐々に受けた。2018年の他のVVER型炉の発電所での個人の最大年間実効線量は、7.9 mSv（ロストフ発電所）から、16.9 mSv（ノボボロネジ発電所）までの幅がある。

表 3.4 計画停止期間と集団線量

原子炉	停止期間 [日]	集団線量 [man・mSv]
バラコボ 1	85	1493.5
バラコボ 2	38	321.2
バラコボ 3	67	856.4
バラコボ 4	停止なし	—
カリーニン 1	停止なし	—
カリーニン 2	停止なし	—
カリーニン 3	45	374.1
カリーニン 4	停止なし	—
コラ 1	249	2833.1
コラ 2	53	304.6
コラ 3	46	437.5
コラ 4	52	442.3
ノボボロネジ 4	362	3777.2
ノボボロネジ 5	36	738.4
ノボボロネジ 6	43	255.1
ロストフ 1	42	220.6
ロストフ 2	40	291.4
ロストフ 3	33	141.5
ロストフ 4	停止なし	—

表 3.5 強制停止期間と集団線量

原子炉	停止期間 [日]	集団線量 [man・mSv]
ロストフ 1	5	0.072
ロストフ 2	32	0.699
ロストフ 3	1	0.010

2) 2018年主要事象

線量傾向に影響を及ぼす事象

2018年3基の原子炉のロスエネルゴアトム（Rosenergoatom）関連の集団線量への寄与割合はおおよそ58%くらいであった。これは以下の期間中の放射線作業によるものであった。

- 1) ノボボロネジ原子力発電所4号機の点検修理と最新化（362日）
- 2) コラ原子力発電所1号機での寿命延長活動を含む計画保守停止（249日）

3) バラコボ原子力発電所に1号機での原子炉容器のアニーリングに伴う追加の停止（85日）
ロストフ原子力発電所4号機（VVER-1000）は2018年9月に商用発電に入った。

原子力発電所での作業員の放射線防護の最適化

さらなる職業被ばく線量の低減は、5年ごと改訂されるロシアの原子力発電所での職業被ばくの最適化のためのプログラムの下での技術的および組織的な活動の組み合わせの実施により達成されるだろう。目標は、プログラムで規定される現場での手順の改訂や用具や他の活動の交換のほかに当該期間、年間および長期の線量計画の改善により達成されるであろう。

スロバキア共和国

1) 2018 年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉形式	原子炉基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 [人・mSv/基]
PWR	4	158.201

2) 2018 年主要事象

線量評価の傾向に及ぼした事象

- ボフニチェ原子力発電所（2 基）：
2018 年にボフニチェ原子力発電所において法定フィルム線量計から計算した合計年間実効線量は、317.697 人・mSv であった（電気事業者の従業員が 77.719 人・mSv、外部作業員が 239.979 人・mSv）。最大個人線量は、3.988 mSv（請負業者）であった。内部汚染はなかった。放射線の状況に異常はなかった。
- モホフチェ原子力発電所（2 基）：
2018 年にモホフチェ原子力発電所において法定フィルム線量計と E50 から計算した合計年間実効線量は、315.108 人・mSv であった（電気事業者の従業員が 119.886 人・mSv、外部作業員が 195.222 人・mSv）。最大個人線量は、4.780 mSv（電気事業者の従業員）であった。

停止情報

- ボフニチェ原子力発電所：
3 号機 – 39.93 日間の標準保守停止。電子式線量計による集団線量は 103.521 人・mSv であった。
4 号機 – 39.93 日間の標準保守停止。電子式線量計から計算した集団線量は 263.392 人・mSv であった。
- モホフチェ原子力発電所：
1 号機 – 18.5 日間の拡張保守停止。電子式線量計による集団線量は 111.474 人・mSv であった。
最大個人線量は、1.461 mSv であった。
2 号機 – 46.6 日間の拡張保全停止。電子式線量計による集団被ばく線量は 200.348 人・mSv であった。
最大個人線量は、3.619 mSv であった。

新たに運転を開始する原子炉

モホフチェ原子力発電所の 3 号機、4 号機が建設中である。3 号機の低温での水圧試験が終了した。

3) 当局からの報告

2018 年、スロバキア放射線規制庁は、運転中の両原子力発電所施設において、放射線防護の最適化に関する視察を行った。視察の結果、当局により、放射線防護の最適化に向けた短・長期的な具体的かつ積極的な目標が要求された。スロバキア放射線規制庁は準備を終えて、指令 2013/59/EURATOM

に沿った放射線防護のための規制を適用した。この改訂の主な変更は、以下の項目を含んでいる。(1)指令 2013/59/EURATOM で発行された個人線量限度に整合をとって、現行の 50mSv/年から 20mSv/年に下げる。(2)指令 2013/59/EURATOM で発行された水晶体の線量限度との整合をとって現行の水晶体の等価線量限度を 20mSv/年に下げる。スロバキア放射線規制庁の担当者は、潜在的な放射線防護規制の変更に関する情報提供にすべてのカテゴリの許可事業者、産業のグループ、放射線防護の専門家組織や公衆の関心のある集団に注意をひくようにしてきた。

スロベニア

1) 2018 線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉形式	原子炉基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 [人・mSv/基]
PWR	1	783

2) 2018 年の主要事象

線量評価の傾向に及ぼした事象

- 停止の期間 31 日（2018 年 4 月 1 日～5 月 1 日）678 人・mSv
- 部品や系統の交換：追加の圧力弁の設置や代替冷却装置の設置の開始
- 安全向上プログラムの継続
 - 第 1 段階—すでに実施済み（2013 年）：静的格納容器のろ過と通気、および静的水素再結合装置
 - 第 2 段階—2019 年末までに完了：
 - 新しい技術支援センターを含む緊急時管理室
 - 追加のバイパス弁
 - 代替使用済み燃料冷却装置
 - 使用済み燃料プール噴霧装置
 - 運転支援センターのための新シェルター棟
 - 第 3 段階—次年度以降に完了：
 - 安全注入ポンプとホウ酸塩水タンクを備えた設備
 - 復水貯蔵タンクを備えた補助給水ポンプ
 - 地下水の線源からの可能性のある組成
 - 追加の PHR 代替ポンプ
 - 使用済み燃料乾燥貯蔵施設の建設

3) 当局からの報告

規制当局の 2018 年の主な活動は、依然新しい欧州指令の取り入れであった。2017 年末に、電離放射線防護及び原子力安全法が承認され、2018 年 1 月 6 日に施行された。数件の政令や省令が 2018 年に承認された。

- 国のラドンプログラムに関する法令（OJ RS, No. 18/18）
- 線量限度、参考レベル、放射能汚染に関する法令（OJ RS, No. 18/18）
- 放射線を利用する活動に関する法令（OJ RS No. 19/18）
- 放射線源の使用および放射線を利用する活動に関する規則（OJ RS, No. 27/18）
- 放射能のモニタリングに関する規則（OJ RS No. 27/18）

- 医療目的や非医療目的の画像撮影のための照射に利用する電離放射線源の基準に関する規則 (OJ RS, No. 33/18)
- 電離放射線の分野における専門的職務を行う専門家の認可に関する規則 (OJ RS, No. 39/18)
- 放射線を用いた行為を実施する者および電離放射線源を保持する者の義務に関する規則 (OJ RS, No. 43/18)
- 特別放射線防護要件および線量評価の方法に関する規則 (OJ RS, No. 47/18)
- 管理区域および監視区域における放射線防護措置に関する規則 (OJ RS, No. 47/18)
- 放射線防護の専門家の認可に関する規則 (OJ RS, No. 47/18)

現在でも効力のある被ばく作業者の健康診断に関する規則 (OJ RS, No. 2/04) や 2019 年の初めに改訂された防護と救助の計画の項目と詳細に関する法律 (OJ RS, No. 24/12, 78/16 in 26/19) とともにスロベニアにおける BSS の取り入れが完了した。

南アフリカ

1) 2018年線量情報

年間集団線量		
運転中原子炉		
原子炉形式	原子炉基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 [人・mSv/基]
PWR	2	606

2) 2018年主要事象

部品又は系統の交換、予期しなかった事象/異常事象、運転開始する新しい原子炉

年間にわたる主要メンテナンス停止

2018年10月中の2号機の燃料交換用貯水タンクの交換

規制要件

眼の水晶体の線量限度 20mSv/年の評価。

スペイン

1) 2018 年線量情報

年間集団線量		
運転中原子炉		
原子炉形式	原子炉基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 [人・mSv/基]
PWR	6	400.65
BWR	1	249.84
最終的に停止または廃止措置中の原子炉		
原子炉形式	原子炉基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 [人・mSv/基]
PWR	1	102.19
BWR	1	143.76

2) 2018年主要事象

PWR

アルマラス原子力発電所

a) 停止の回数及び期間

- アルマラス 1 号機における第 26 次停止
 期間：34 日間
 開始：2018 年 10 月 28 日
 終了：2018 年 12 月 2 日
 集団線量：425.797 man・mSv
 最大個人線量：2.833 mSv
- アルマラス 2 号機における第 24 次停止
 期間：32 日間
 開始：2018 年 4 月 8 日
 終了：2018 年 5 月 11 日
 集団線量：394.451 man・mSv
 最大個人線量：2.675 mSv

b) 主要な進展

- 乾燥した使用済燃料をキャスク ENUN32P に装填：
 開始：2018 年 10 月 1 日
 終了：2018 年 12 月 12 日
 集団線量：2.275 man・mSv
 最大個人線量：0.406 mSv

c) 部品又は系統の交換:

- 原子炉冷却水ポンプからのオイル漏れを収集したり止めたりするための設計変更

d) 新しい・実験的な線量低減プログラム

- 追加の作業、作業人数、線量を最小化するための遠隔操作装置の使用を促進した。

アスコ原子力発電所

a) 停止の回数と期間

- アスコ1号機における第26次停止
期間：43日間

最大個人線量：4.230 mSv

燃料交換で停止中に実施された放射線防護の観点からの関連活動

- 蒸気発生器チャンネルヘッド排水弁の交換
- 燃料管理システムの改修

b) 停止の回数と期間

6件の使用済燃料のアスコ施設の一時的な処分施設への転送活動の実現

トリリョ原子力発電所

a) 停止の回数及び期間

- 30次停止

期間:30日

開始：2018年5月18日

終了：2018年6月25日

集団線量：302.236 man・mSv

最大個人線量：3.04 mSv

b) 主な進展

- 2件の乾燥した使用済燃料をキャスク ENUN32P に装填：

開始：2018年12月3日

終了：2018年12月22日

集団線量：0.240 mSv

最大個人線量：0.240 mSv

最大個人線量（他方のキャスク）：0.177 mSv

バンデリョス2原子力発電所

- 線量評価傾向に影響を及ぼす事象

2018年に結果として集団線量に有意な影響を及ぼした4件の異常事象が記録された。

- 1) 2018年3月2日に減圧弁の漏れの検出により生じた計画外の運転停止。その後の検査で蒸気発生器の排水管の溶接部分での漏れが発見された。漏れを修理するため、原子炉の燃料を取り出す必要があった。減圧弁と3つの蒸気発生装置の排水管を修繕した。2018年4月12日にプラントの出力上昇のプロセスを開始した。
- 2) 上述のプロセスの期間中に3つの熱電対センサーの密閉部品で新たな漏れが見つかり2018年5月12日の第22次の燃料交換のための計画停止の開始まで、再度停止することとなった。

- 3) 第 22 次燃料交換のための停止において以下の作業が行われた。
 - 蒸気発生器の内部検査 この蒸気発生器の検査の結果により、検査の範囲が他の 2 つの蒸気発生器の cold leg の部分まで拡張された。
 - 冷却水ポンプの発動機の交換
 - 遠隔停止パネルの信号の重複（設計の変更）
 - 容器のふた 3 つの熱電対センサーの密閉部品の交換
 - 出力上昇プロセスを 2018 年 7 月 20 日に開始した。
- 4) 2018 年 12 月 18 日減圧弁での漏れが見つかったために計画外停止を実施した。漏れを修復するために燃料の取り出しは必要なかった。2019 年にプラント出力の上昇プロセスを開始した。

コフレンテス原子力発電所

- 線量評価傾向に影響を及ぼす事象

20 次停止（2015 年）に再循環系統（B33）および原子炉冷却水洗浄（G33）の化学除染を実施した。この期間の進展に関連して、21 次停止（2017 年）の期間中にドライウエルの放射性物質について、再循環の配管での線量率の値は、15 次停止（2005 年）で上述の系統で実施した化学除染の後、16 次停止（2007 年）で実施した措置で観察されたものと同様の除染の動きがあったことが観察された。冷却水の洗浄系統に関連して、17 次停止（2009 年）で実施した化学除染の後、18 次停止（2011 年）で実施した措置における観察された成果に対する行動は、あまり責められなかった。

a) 停止の回数と期間

21 次停止

期間：36 日

給水スパーチャにおける FME の回復のための回復のための 1 回の強制停止が実施された。（37 日間）

b) 部品や系統の取替

停止の期間中原子炉におけるインベントリーの比率を低減するために制御棒の置換を実施した。

c) 新規/試行の線量低減プログラム

- 停止期間中のドライウエルの調整担当のチームを放射線防護部局の 2 名を追加して強化した。
- 21 回目の停止の計画に沿って系統のためのグループによって作業が実施されてきた。
- このプロセスは、主要な深層部分についての作業の分析を実施できるようにして、停止の計画のプロセスを組織全体が関与できるようにしている。
- キャビティの分解と組み立ての順序は、主蒸気管の新しい栓の入手状況により修正されてきた。これらの栓の交換は、主蒸気管のレベルより下のキャビティの排水の必要がなくなり、このことにより安全性を向上し、キャビティの排水の時間が短縮される。
- 遠隔測定により助けるためにノズルの線量率のモニタリング測定のために棒状の測定器が設計された。このシステムより、関連する線量が低減し、清掃の手間を軽減するためできるだけ短い時間で遠隔操作により線量率情報を得た。
- 燃料取替フロア及び蒸気トンネルの環境が、コンセントの設置、取水、区域の冷却の改善を通して向上された。原子炉キャビティでは、個人汚染のリスクが高い特定の作業について、作業員の状況を改善するため排気フードを使用した。

- 原子炉建屋の使用済み燃料プールの補助ろ過システム。
- ノズル及びパイプ改善のための遠隔検査用設備の使用。
- 原子炉建屋の使用済み燃料プールにおけるロボットクリーナーの使用。
- ドライウェル内における多数の作業、例えば制御棒駆動機構（CDR）の交換、局部出力領域モニタ（LPRM）の交換、中性子源領域モニタ（SRM）及び中性子検出器（IRM）の更新、ノズル及びパイプ他の検査において、遠隔線量管理システムが使用された。
- ドライウェル及び補助建屋の蒸気トンネルの様々な場所に IP 型のテレビカメラが設置され、低放射線区域から放射線管理及び作業監督を行うことができる。さらに、燃料取替フロア及びタービフロアには、低速度撮影用カメラも設置された。
- ドライウェル及び燃料取替フロアの入口に、部品の場所の確認や低放射線区域からの作業管理実施のため、スクリーンが設置された。さらに、このツールは作業計画段階でも使用された。
- 仮設及び常設の遮蔽壁
- 高放射線負荷のかかる作業においてスケールモデルを使用した訓練：LPRM の抽出及び削除、CDR の交換、PRM の導管の清掃、ノズル及びパイプ他の検査。

d) 組織の進展

イベルドロラ社のエンジニアリング・建設部門で放射線防護に関連するトピックに携わっていた 3 名の作業員が、放射線防護サービスに加わった。この組織の変更により、SPR は、設計の修正における ALARA 基準の適用を含む、放射線防護工学の機能を担うこととなる。

BWR

サンタ・マリアデガローニャ原子力発電所

a) 停止の回数と期間

表 3.6 停止期間と集団線量

日程	事象	集団線量 (人・mSv)*
1月2日～12月29日	MARCEL 内蔵の廃棄物を含むドラムの再調整	93.763
4月10日～12月29日	デカントタンク（TNK-2034A/B）スラジの調整	22.144

(*)注 実用量

3) 当局からの報告

- ・ CSN は、欧州指令 2013/59 (Euratom) の取り入れ（国内法化）のための活動で協力している。電離放射線からの健康防護に関する規則の最終版ドラフトが入手可能であり、現在パブリックコメント中である。同時に、内部 CSN グループは、この指令の規定により影響を受ける「原子力/放射線施設に関する規制」の特定の側面について審査している。
- ・ 統合プラント監視システム（SISC）を適用した結果、2018 年の職業被ばくの放射線防護で重要な所見や指標は見られなかった。
- ・ スペインで生成された使用済み核燃料（1982 年までにバンデリョス I 原子力発電所とサンタ・マリアデガローニャ原子力発電所で生成されたものを除く）は、原子炉に付属する燃料プール及びトリリョ、ホセカブレラ、アスコ原子力発電所のサイト内にある一時独

立使用済燃料貯蔵施設（スペイン語の頭字語で ATI）の乾式貯蔵キャスクに貯蔵されている。2018年に、CSNは、アスコ原子力発電所からの PWR の使用済み燃料の貯蔵と輸送に有効な、二重目的の HI-STORM キャスクの改良の承認に関連する審査を実施した。CSN はまた、2018年にコフレンテス原子力発電所の使用済み燃料およびコフレンテス事業所での ATI が想定する HI-STAR150 型キャスクの許可に関連する審査を実施した。

- ・ 2018年10月15日から26日までスペインは IAEA 共同の審査ミッション：統合規制評価サービス（IRRS）、および放射性廃棄物管理と使用済燃料管理、デコミッションング及び修復プログラムの統合レビューサービス（ARTEMIS）を実施した。IAEA が、2つの異なる分野の改修を一つのミッションに統合して実施したのは初めてのことだった。IRRS の評価の部分はスペインの規制の枠組み、機能と活動についての専門家の自主的な調査が実施され、規制当局の適用性を評価し、IRRS がカバーする原子力安全と放射線防護の分野における情報や経験について交換した。IRRS 評価の基礎として IAEA 安全基準が用いられた。ARTEMIS の部分の評価では、IAEA の安全基準や技術ガイダンスに基づいた放射性廃棄物や使用済み燃料管理に関する専門家の独自の意見やアドバイスとともに、国際的な良好事例についても提示された。さらなる情報については以下を参照：
[https://www.csn.es/documents/10182/2181879/INFORME%20FINAL%20IRRS%20ARTEMIS%202018%20\(English\).pdf](https://www.csn.es/documents/10182/2181879/INFORME%20FINAL%20IRRS%20ARTEMIS%202018%20(English).pdf)
- ・ 2018年にCSNは、IAEAの安全ガイドSSG25に基づいたCSN安全指針GS1.10「原子力施設の定期的安全評価」に従って運転許可の更新のためにバンデリョスおよびアルマラスから提出された文書の審査を行った。

スウェーデン

1) 2018 線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉形式	原子炉基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 [人・mSv/基]
PWR	3	207
BWR	5	356
All types	8	300
最終的に停止または廃止措置中の原子炉		
原子炉形式	原子炉基数	1 基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 [人・mSv/基]
BWR	4	46

2) 2018 年主要事象

リングハルス原子力発電所

- ・ リングハルスの4基の原子炉は、2018年中は放射線防護の観点からすべて良好に機能しており、これにより全期間の低い集団線量、866人・mSv、（廃棄物処理、作業場、除染施設を除く）であった。2019年の予測は1000人・mSv未満である。
- ・ 線源関連の管理に関する継続的な取り組みは、効果があると考えられている教育や訓練SIP（実務における放射線防護）、さらに全体の組織から日常のALARAの実施、長期のALARAプロジェクトについての高い関心や努力とともに、線量低減対策における主要素の1つである。
- ・ さらに、2019年に2号機、2020年に1号機を最終的に停止するという決定が下された事実が、結果として、これらの原子炉の合計線量を低減させるのに必要であった停止のための作業を最小限に抑えることになった。
- ・ 年内に0.25 mSv以上の等価線量となるような体内汚染はなかった。
- ・ 線源関連の管理は常に重視されて、PWR原子炉（リングハルス3号機、4号機）での停止期間の線量を低減するためSb線源の発生元に関する分析を長期にわたり行った。
- ・ 線源関連の低減の一部として、炉システムの酸化被膜の核種の特異的な蓄積と3号機、4号機についての実施が計画状況であり、リングハルス1号機のOLA（ライン上の核種比放射能）とDOSOLA（ライン上の放射能による線量率）は、注意深く考慮されるであろう。
- ・ 2018年に3件のINES事象が生じたが、結果としてINESレベル1の報告になった。
- ・ 放射線防護の異常事象としては放射性線源の取り扱い、高線量率エリアの入口および放射線源設備の管理不足に関連していた。さらに眼の水晶体の線量に関する評価システムと実施体制は、開始しているが、例えば制御棒駆動装置（CRDM）のメンテナンスの作業員は2019年の停止の期間中には特別に注視されるであろう。なぜなら、スウェーデンの

原子力発電所との協力で実施した統計で、Hp(3)、Hp(10)（Hp(3)よりも代表的に 60% 高い）において高い線量を示しているからである。

図 3.7 1975～2018 年にかけてのリングハルス全 4 基に関する年間集団線量

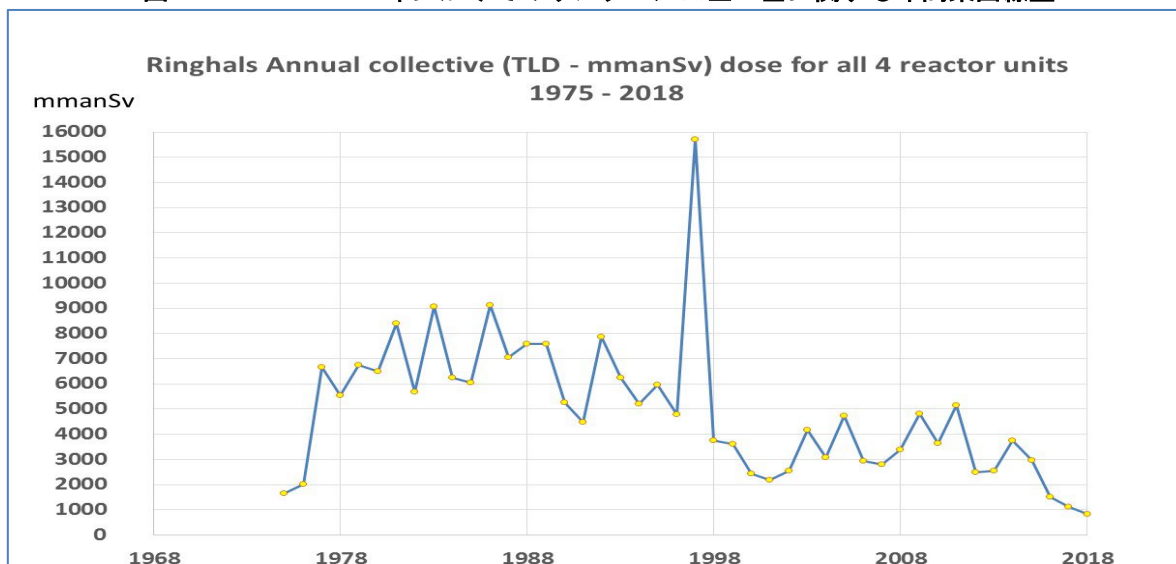
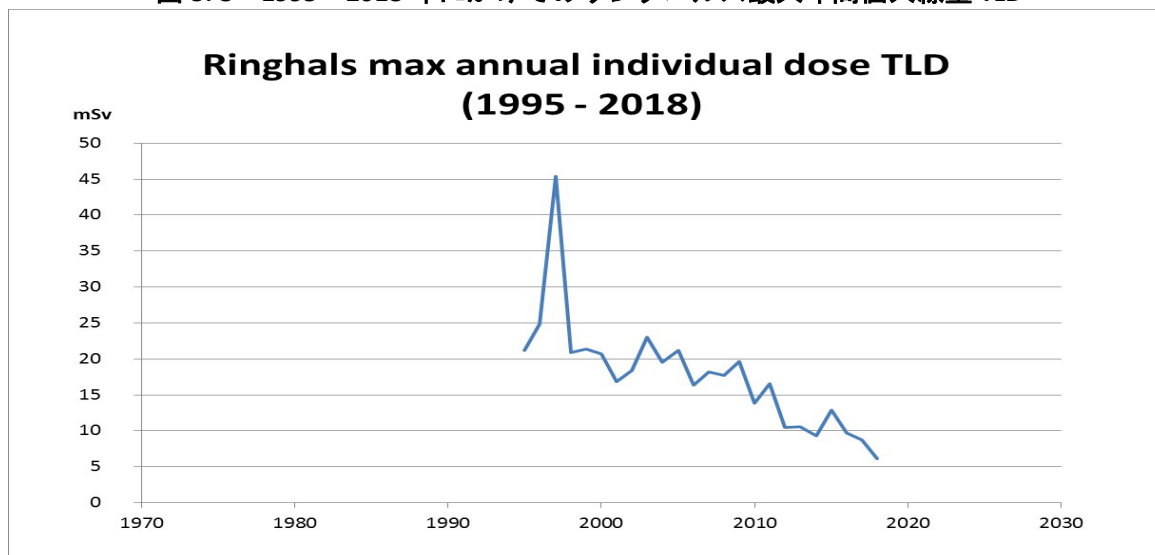


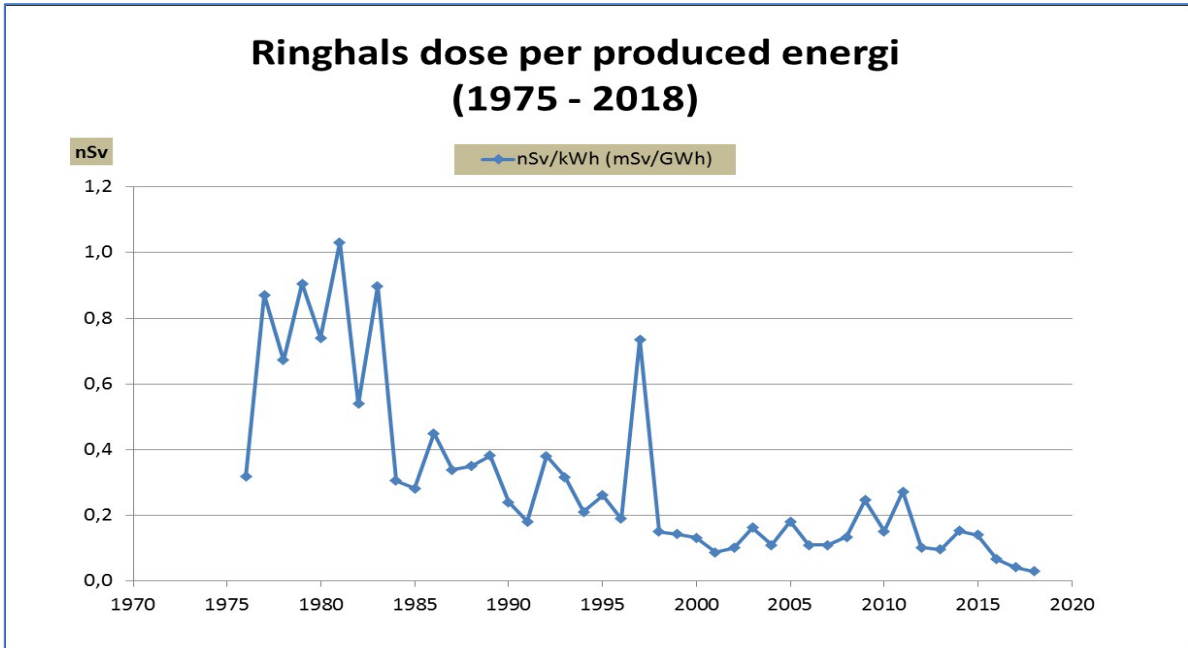
図 3.7 はリングハルス 2 号機が運転開始された 1970 年代半ば以来の年間集団線量を示している。

図 3.8 1995～2018 年にかけてのリングハルス最大年間個人線量 TLD



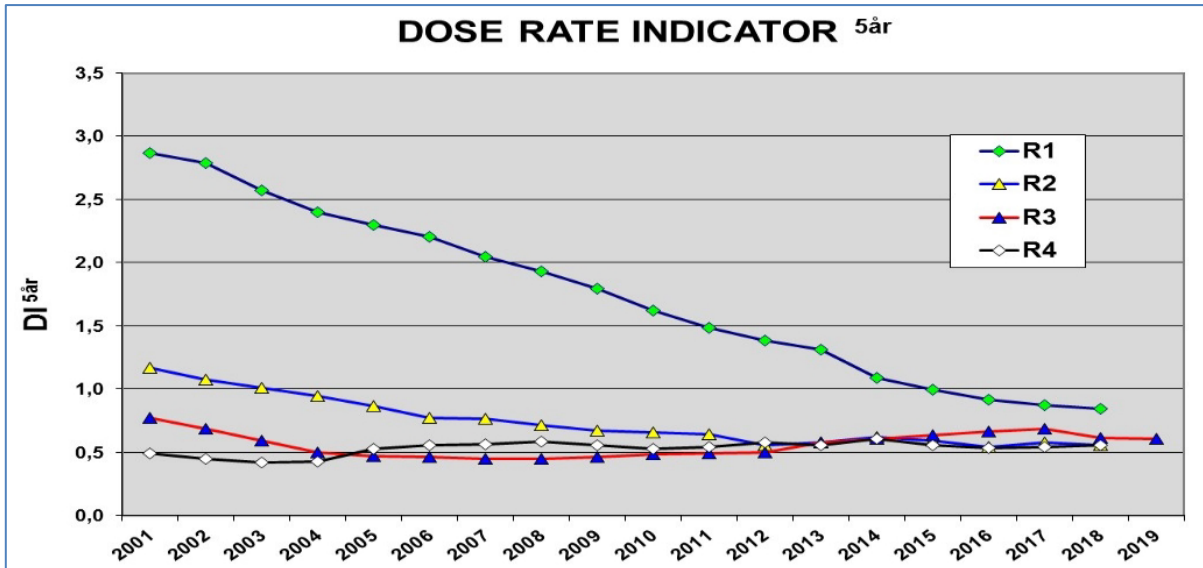
1990 年代半ば以降個人線量が低減し、発電会社の目標が数年前に達成して、最大年間個人線量の長期目標が 6mSv になるであろう。

図 3.9 1975～2018 年にかけての生産された電力あたりのリングハルスの線量



電力グリッドにおけるリングハルスの有効性は改善されて、同様に遷延放射線被ばく（CRE）は、GWh 発電当たり 30 μ Sv のレベルになるように低減された。建設作業は PWR（R3/R4）で独立した新しい炉冷却システムで継続した。

図 3.10 リングハルス原子炉における連続 5 年感の線量率指標



上図は、リングハルス原子炉の連続 5 年間の線量率指標を示している。2018 年の ALARA の分析と推定に基づいてリングハルスの放射線防護の活動は十分に機能したと考えられる。2018 年中に数件の ALARA 活動の策定と強化を始めた。線量の測定値は、個人線量と集団線量の両方においてリングハ

ルスが始動して以来最も低い値であった。管理区域外での汚染の拡大は検出されなかった。管理区域側での汚染拡大の場合においても、人への記録レベルの預託実効線量にはならなかった。

フォルスマルク原子力発電所

- フォルスマルク 1号機

計画停止は短期の13日間の「燃料交換停止」であった。燃料交換の他には主な作業はなかった。原子炉とタービンの系統における線量は、かなり一定であった。

- フォルスマルク 2号機

計画停止は、33日間の「メンテナンスのための停止」であった。集団線量は、修復作業に関するコミュニケーションがうまく取れなかったことにより、338人・mSvであった。この線量は、線量予測より少し低い値である。例えば適切な防護用具を付けなかった担当者、炉ホールでの汚染拡大、高線量区域の出入口の扉が閉まらなかったなどの放射線防護に関する異常事象が生じた。最も高い集団線量は、冷却系統の弁の検査とメンテナンスと制御棒駆動装置(CRDM)の補修についての作業に関連して受けたものである。後者の作業については、CRDMのプラットホームの昇降機を更新して、制御棒位置表示装置を含む26本の制御棒について保守作業を行った。炉系統における線量率はこの数年以来上昇の傾向が継続している。現在の線量率は、この系統の除染の前からの値を超えているが、4年ほど前に実施した除染によるものである。それに対してタービン系統における線量率は、わずかに低減している傾向がみられる。

- フォルスマルク 3号機

停止は、主に「メンテナンス停止」であったが、それに加えてプラントの大規模補修を実施した。すなわち経年劣化と環境条件での格納の透過性(KabRI)の変化のための補修である。

全体の集団線量は、正確には予測として457人・mSvであった。KabRIは44人・mSvを占めている。この作業の計画において模擬線源での訓練が実施され、特別な放射線防護の情報が与えられた。残りの線量のほとんどは炉系統における弁についてのメンテナンス作業中に受けた。大規模メンテナンスプログラムは、18か月の運転サイクルの終わりで必要となるが、2017年は計画停止がなかった。タービン系統の作業の集団線量は予測では63人・mSvであったのに対して94人・mSvであった。予測よりも高い値は、主蒸気系統のいくつかの弁における高圧予熱器や漏出部についての作業による。炉系統における線量率は、この数年間と比べて有意の変化はなかった。タービン系統での線量率はわずかに低下の傾向がみられた。計画停止に加えて、燃料漏れによる2回の短期停止(それぞれ1週間)があった。

- フォルスマルク

新しい線量情報システムが導入された。これによりフォルスマルクで作業するすべての者の最近の日、週、月、年に受けた線量が見ることができる。管理者もそのグループの個人線量を見ることができる。眼の水晶体の線量を測定するためのモニタリングプログラムが稼働した。ある種の作業に関して、作業中に通常のTLDやEPDの全身線量とともに眼の線量計(TLD)を必ず装着することになる。眼の水晶体に受けた線量は国の原子力施設の中央線量データベース(CDIS)に登録される。3基のすべ

ての原子炉について新たな独立した主冷却系統（OBH）の建設作業が続いている。福島事故後の主な改修である。OBH システムは 2020 年に稼働する予定である。今年は、等価線量が 0.25mSv を超える体内汚染は起こらなかった。6 月に新しい放射線防護法令が数件の新しい又は改訂された規則とともにスウェーデン放射線安全局から施行された。改訂された手続きや定例の措置における実質的な変更の必要性は限定されたものであるとしても、管理システム、指導書や訓練資料を変更する重い負担となる。この作業は 2019 年も継続する。

オスカーシャム原子力発電所

- OKG（運用会社）

OKG 内の 3 基の炉のうち、2 基の最終的な閉鎖の結果として、従業員数の縮小、会社の再編成、及び継続運転の 1 施設と廃炉の 2 つのプラントを管理するスタッフの適用についての 2017～2019 年の 2 回目の再構築プログラムが実施された。

OKG の合計線量は、TLD 線量計による測定に基づいて 508 人・mSv で、588 人の記録された線量の結果、最大個人線量は 8.8 mSv であった。体内取り込みの管理のための測定の結果、0.25mSv を超える預託実効線量となる体内取り込みのあった個人はいなかった。

近年、OKG は、線量予測を伴う作業においてその正確性や質を向上させ、測定の計画やプラントでの履行において、線量に関する個人の責任、及び協力と明確なコミュニケーションの重要性の明確な理解を伴って、組織の境界を越えた協力を向上させることを達成した。

2018 年の OKG の監督当局の放射線安全評価は圧倒的に前向きで、当局はこれまでで最高の評価を受けた OKG について十分であると表明した。

- オスカーシャム 3 号機

2018 年の停止は、修復や数回の出力停止を要求された追加の検査や交換をしなければならなくなった表示器や変換器の故障など追加の作業による遅延があり、28 日間に及んだ。

停止の期間中、健康、安全、核物質の防護、環境、コミュニケーションおよび高品質の点に特別な焦点をおいたが、これら点は良い結果が得られた。

セキュリティは、スケジュールが早められ、経験は、2019 年の停止の部分に入力される改善点や経験のための基礎情報となる異常事象や経験のデータシステムにおいて報告される。

原子炉の独立した冷却系統の導入の計画に関する作業は、2018 年中に継続する。

- オスカーシャム 1 号機及び 2 号機の廃炉

2018 年中は、プラント内の線量マッピングおよび、O2 号機の炉内部の部品の区分の作業に焦点をおいた。

一連の作業実施の準備を含む、今後の副次的なプロジェクトの計画に関連して甚大な取り組みが実施されてきた。

年内は、中間的な保管とクリアランスの施設の建設のための文書の計画と準備も実施した。

バーセベック原子力発電所

バーセベックの2基の原子炉は、1号機は1999年に、2号機は2005年に最終停止した。

年間集団線量は、27人・mSv（TLDでの測定）であった。

線量への寄与が最も大きいのは、BREDAとHINTの2件のプロジェクトであった。

BREDAはUniper、Vattenfall、FortumおよびTVOの4社の協力事業であった。このプロジェクトにより、40年間の放射線や高温により材料がどのような影響を受けたかを分析するために压力容器や压力容器頭部の炉心のサンプルを採取した。集団線量は13人・mSv（EPDの測定）であった。

HINTプロジェクトの内部の区分で、集団線量は13人・mSv（EPDでの測定）であった。2018年での最大の個人線量は3.0mSv（TLDでの測定）であった。

3) 規制当局からの報告

新しい放射線防護法令（2018:396）は、2018年4月26日にスウェーデン議会で決議され、2018年6月1日に施行された。電離放射線を利用するすべての許可された活動についての基本規則（SSMFS 2018:1）に関する新しい規制が2018年5月24日決議され、2018年6月1日に施行された。

眼の水晶体についての等価線量に対する新しい低い線量限度は放射線防護令においてはじめて取り入れられた。これに関する適用の要件は、SSMFS 2018:1に規定されている。これらの要件は、測定を実施する必要性がある状況を含んでいる。この低い線量限度にカレンするスウェーデンのすべての原子力施設のともに共同プロジェクトが実施された。共有された方法や指針が策定された。

スウェーデン放射線安全庁（SSM）は2016年から2020年までに閉鎖する4基の原子炉の廃炉の計画と実施を見守り、運転中の原子炉の通常の監督も実施してきた

SSMは3か所の運転中の原子力発電所について、ALARA活動に関して2019年に実施する検査を計画した。

スイス

1) 2018年の線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉型式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR	3	150
BWR	2	986

2) 2018年の主な事象

線量の傾向に影響を及ぼす事象

ベツナウ原子力発電所 (KKB)

- 1号機は1年以上の停止の後運転を再開した。規制庁は圧力容器 (RPV) の材料に関するセーフティケースを承認した。2号機は燃料交換のための定期停止を実施した。

ガスゲン原子力発電所 (KKG)

- ガスゲンは、プラントの寿命の延長に組織を適用させた。計画停止は21.5日間続いた。

ライブシュタット原子力発電所 (KKL)

- ライブシュタットの停止は計画よりも20日間長い45日間続いた。停止期間の延長は、試験中に起こった安全システムの振動の誘発によるクラックが原因であった。

これまでの期間で生じていたいくつかの燃料棒の表面の着色が汚物の沈着であると認識された。部分的な乾燥は避けられたが、炉はおおよそ90%程度に制限された熱出力で運転された。

ミューレベルク原子力発電所 (KKM)

- ミューレベルクは廃炉前の最終的な停止を実施した。結果として以前の停止と比べて作業負荷は軽減した。将来の廃炉の期間中の線量率を低減させるため、給水への貴金属の注入を継続する予定である。

ウクライナ

1) 2018 年の線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉形式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
VVER	15	677

2018 年における 1 基当たりの線量率はこれまでの値よりも少し高い値であった。この指標での上昇しているレベルの共通の理由は、分解修理や各原子炉の計画停止を実施している際の放射線作業の期間や範囲が広がっているためと考えられる。

昨年線量率が高くなったのは、原子炉の当初の設計の寿命を超えて寿命を拡張することやこの作業のため下請けの多数の作業者を関与させることを意図して実施した復旧作業の範囲に関連している。

英国

1) 2018 年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉形式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR	1	96.2
GCR	14 ⁽¹⁾	50.3
最終的に停止または廃止措置中の原子炉		
原子炉形式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
GCR	20 ⁽²⁾	23.983

注

(1) 14 基の改良型ガス冷却炉 (Advanced Gas-Cooled Reactors) .

(2) 20 基のマグノックス炉.

2) 2018 年主要事象

2018 年のサイズウェル B における集団線量は、およそ 96 人・mSv であり、これは発電所の目標の 25%低い値である。英国唯一の商用 PWR は、1 月に入って 15 回目の燃料交換の停止を続けた。この停止は、2017 年の終わりに開始して、蒸気発生器の排水系統の修理のための作業が必要であったのでおよそ 90 日間続いた。結局のところ、比較的単純な技術を用いて、溶接した材料を修理して排水管の中まで排水栓を溶接した。年間の集団線量のおよそ 70%が 2018 年の 1 月中の燃料交換停止の 30 日間に記録された。残りの 1 年は、原子炉は事故なしで運転した。

EDF エナジーの発電部署ではどこでも、改良型ガス冷却炉 (AGR) で記録された年間集団線量は、ヘイシャム 2 号機とトーンエス原子力発電所での圧力容器内検査による最近の値よりも高かった。ヘイシャム 2 号機における集団線量はおよそ 215 人・mSv、トーンエスではおよそ 290 人・mSv が記録された。これらの線量は、AGR では典型的な値であり、遷延放射線被ばくは通常年間 20-30 人・mSv である。遷延被ばくより高い線量は、これらの AGR は継続的なセーフティーケースをサポートするために圧力容器内検査を実施しなければならないためである。フンターストン B は、黒鉛減速材の予想外の状態の発見により 1 年の大部分を停止していた。2019 年の初めの開始を正当化するために改訂されたセーフティーケースの準備が進んでいる。

マグノックスのサイト廃炉の大部分は、保護と整備の準備であるが、保護と整備は放射線レベルが自然に減衰するまで放置するような受動的な安全やセキュリティの状態である。ブラッドウエル原子力発電所は最初のサイトとして 2019 年 3 月にこの状態に移行すると予想される。ウィルファール原子力発電所はいまだに廃止措置の燃料取り出し段階にある唯一のマグノックスのサイトであり、2019 年の年末までにこのサイトからすべての使用済み燃料が取り出されることが予定されている。廃炉のサイトでの線量は、20 人・mSv から 80 人・mSv までの幅があり、この線量は実施される作業の量を反映している。過去数年間とは異なり、廃止措置サイト全体の線量は比較的類似しており、大線量をもたらす作業を行っているサイトはない。

3) 新しい原子力施設の建設

ヒンクリー・ポイント C における 2 基の EPR 炉の建設は順調に進んでおり、2025 年に完成する予定である。EDF エナジー社には、既存のサイズウェル B のプラントと並行し、サイズウェル C にも追加の EPR 炉 2 基を建設する意向がある。ホライズン・ニュークリア・パワー社は、2 基の GE 日立ニュークリア・エナジー社の改良型沸騰水型軽水炉を、ウィルファとオールドベリーに建設する計画を延期した。同様に東芝は、コロンビア州ムーアサイドに 3 基のウェスチングハウス社の AP1000 を建設する計画を中止した。EDF エナジーと中国広核集団（CGN）は、ブラッドウエルに 2 基の中国 Hualong HPR-1000 型 PWR を建設するための包括的設計審査を受けることで手続きを始めた。

米国

1) 2018年線量情報

年間集団線量		
運転中の原子炉		
原子炉形式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR	65	333.982
BWR	33	1108.966
最終的に停止または廃止措置中の原子炉		
原子炉形式	原子炉の基数	1基当たり及び原子炉型式別の平均年間集団線量 (人・mSv/基)
PWR	13	26.307
BWR	6	93.878
FBR	1	0.00*

* Fermi 1

2) 2018年主要事象

米国の運転中の線量についての傾向の概要

2018年の職業被ばく線量の平均値は、被ばく低減の重視が継続的に反映している。98基の運転中の商用炉での線量低減の率先した取り組みが年間職業被ばくの全体で6.8%の低減という結果をもたらした。33基の運転中のBWRからの職業被ばくは、1178.6人・mSv/基(2017年)から1109.0人・mSv/基(2018年)に5.9%の低減を示した。一方、運転中のPWRについては、370.6人・mSv/基(2017年)から334.0人・mSv/基(2018年)に9.9%の低減を示した。

1基あたりの停止・廃炉中の原子炉からの被ばくは、2基のBWRと3基のPWRを合わせて5基の結果として、かなりの上昇がみられた。オイスタークリークは、2018年末に廃炉のために停止した。その結果、1基の原子炉について378.87人・mSvというかなり大きい運転中の線量が停止の分類で報告されることになった。バーモントヤンキーでは廃炉活動のためにかなり大きな被ばくが生じたが、結果として1基で178.07人・mSvとなった。サンオノフレでも、3基のPWRの廃炉活動のためにかなり大きな被ばくが生じたが、結果として合計で245.74人・mSv、1基当たりで81.91人・mSvとなった。

表 3.7 作業者の被ばくの分布

集積線量区分(mSv)	検出限界未満	< 1	1 - 2.5	2.5 - 5	5 - 7.5	7.5 - 10	10 - 20	20 - 30	> 30
BWRs	30,454	20,674	6,258	3,021	831	250	134	1	0
PWRs	58,751	23,532	4,772	1,186	255	66	34	0	0
Totals	89,205	44,206	11,030	4,207	1,086	316	168	1	0

表 3.8 2018 年米国 PWR 及び BWR についての集団線量

	測定した合計人数	検出限界以上の 合計人数	検出限界以上の平均線 量 (mSv)
BWRs	61,623	31,169	1.17
PWRs	88,596	29,845	0.73
Totals	150,219	61,014	0.96

プラントの停止

オイスタークリークの 1 基の BWR が、もはや商用運転をしていない。

3) 規制事項

2018 年は、商用発電炉の規制の政策において実質的な変更はなかった。米国の所定の規制制度に関する詳細についての 2017 年年次報告書の記載事項を参照すること。

4. ISOE 経験情報交換活動

職業被ばく情報システム (ISOE) はその職業被ばくのデータと分析でよく知られているが、そのプログラムの強みはそうした情報をその参加者間で広く共有するという取り組みに由来している。ISOE シンポジウム、ISOE ネットワーク及び技術的視察の組み合わせによって、放射線防護専門家が会合し、情報を共有し、ISOE 地域間の連携を構築し、職業被ばく管理に対する世界的なアプローチを構築する手段が提供されている。本セクションでは、2018 年における ISOE 内の主要な情報・経験交換活動に関する情報を提供する。

4.1 ISOE シンポジウム及びその他イベント

ATCによるISOE国際シンポジウム

アジア技術センター (ATC) と原子力安全研究協会 (NSRA) により企画された2018年ISOE国際シンポジウムは、日本の京都で2018年10月24-26日に開催された。7か国から総数45人が出席した。シンポジウムの最終日にふげん廃止措置研究開発センターへのテクニカルツアーを実施した。2題の優秀な発表について参加技術センターにより選ばれた。

- ・コンプトンカメラを用いたALARAの促進、庄司真人 (東北電力)
- ・福島第一原子力発電所での新たに適用した遠隔モニタリングシステムによる線量低減
小俣知里 (東京電力)

ETCによる開催された国際シンポジウム

欧州技術センター (ETC) により企画された2018年ISOE地域シンポジウムがVattenfall社とスウェーデン放射線安全局 (SSM) の協力と支援により2018年6月26-28日にスウェーデンのウプサラで開催された。25ヶ国から総数149名が参加した。併催された9社のベンダーによる技術展示では、放射線防護の分野で活発な産業と販売の会社から最新技術について、参加者に説明された。

32件の口頭発表と14件のポスター発表を通して、以下の課題がカバーされた。

- ・放射線防護 (RP) 規制：ガイドラインと履行
- ・RPプログラム
- ・RP標識
- ・廃炉段階におけるRP
- ・事故のマネジメント
- ・作業の経験
- ・線源関連のマネジメント
- ・汚染のマネジメント

4件の優秀な発表について参加技術センターから選ばれた。

- ・軽水炉の設計段階における英国の規制のアプローチ Rees (ONR), 英国.
- ・水晶体線量限度の変更の状況, M. Johansson (Ringhals NPP), V. Nilsson (Forsmark NPP), スウェーデン.
- ・サンローランでの廃炉作業における α 線内部被ばくへの対策のための組織, Laurent A, J. Laurent (EDF DP2D), B. Boussetta (EDF DIPDE), G. Ranchoux (EDF DP2D) フランス.
- ・サイズウェルBでの最初の乾式燃料貯蔵の活動の運用経験, R. Parlone, (Sizewell B NPP), 英国.

6月25日に以下の2件の聴衆向けの会合が開催された。

- 放射線防護管理者会合
- 規制当局代表者会合

フォルスマルク原子力発電所への技術視察は6月29日に開催され、低レベル、中レベル廃棄物のためのSKB保管場所、緊急事態を意図した運搬センターや3号機の管理区域を見学する機会が得られた。

NATCにより開催された国際シンポジウム

2018年の北アメリカALARAシンポジウムは、1月8日～10日に米国フロリダ州フォート・ローダーゲールにおいて開催された。ブラジル、メキシコ、カナダ、UAE、日本、スイス、米国の7カ国から157名が出席した。35社のベンダーが、参加している放射線防護管理者の最新の保健物理技術やサービスの展示をした。シンポジウムのテーマは「停止作業管理と費用対効果における優れたALARAを達成するための新しい技術の活用」であった。

基調講演はTim O'Connor（エクセルエナジー原子力局長、NATC名誉委員）により行われた。彼の講演では、次の20年にわたる米国の原子力産業が直面する重要な課題について議論した。

Rizwan Uddin（イリノイ工科大学 NPRE代表）は、プラント内の放射線防護のためのバーチャルリアリティ（VR）とオーグメンティッド・リアリティ（AR）について全体会議の講演を行った。James Stubbins教授（イリノイ大学NPRE）は、事故に対して耐性のある核燃料に関するDOE助成研究の結果について報告した。南テキサスプロジェクトの保健物理士は、プロジェクトの機械的ストレスの改善プロジェクトの実施状況について議論した。カナダ原子力安全委員会のDean Hipsonによりカナダの原子力規制の概要について、またDavid Garmon（NRP米国原子力規制委員会）により米国NRCのALARAの知見について報告した。

2017年における成果に対して世界クラスのALARA功績賞を2号機の高レベル線源の効率的な管理や作業員としてのALARAに対する強い責任感を称えて、Diablo Canyon氏に贈られた。2017年のサイトの改修プロジェクトについてBruce Power社での並外れたリーダーシップと新しいALARA技術の統合での功績でColin Pritchard氏（Bruce Power社）は「今年の放射線防護専門家」として表彰された。テルル化カドニウム亜鉛（CZT）画像検出器を用いて燃料交換による停止のコストを80000ドル節約したことを称えてPrairie Island氏に John M Palms Outstanding Innovation 賞が贈られた。

2018年のシンポジウムでは原子力事業者から28題の運転に関する放射線防護のALARAに関する研究報告が、発表された。参加者の反響が、燃料交換による停止に関する放射線防護の管理のテーマに取り組んだ産業及び規制に関する研究報告の継続をサポートした。2019年のNATCシンポジウムに向けたいくつかのテーマが提言され、それらはプログラム委員会に参考にされた。

地域IIIとIVの放射線防護管理者会合が米国以外の国を含めて45人の放射線防護管理者と検査員の参加を伴って、2018年1月11日に開催された。会合は、2017年に見られた保健物理検査員の会合で“中立の立場”での議論として放射線防護管理者や検査員にとって有益であり、2018年の春の停止の際には教訓は避けられた。放射線防護管理者はまたサイトで取り入れられる新しい技術や放射線防護の管理に関する情報を共有した。1月7日(日)には、5ヶ国から40人が参加して専門家研修コースが開催された。VR及びARについての訓練がUddin教授と大学院生により実施され、CZT画像検出技術の放射線防護での新しい利用について、Palisades, Cook, 及びPrairie Islandによって議論され、またTMI事故後の放出希ガスモニターの適切な校正に関する新しい規制の要点について説明があった。

合同運営委員会 — WGDA トピカルセッション

運営委員会とISOEデータ分析に関する作業グループ（WGDA）運営委員会の第3回合同トピカルセッション（JTS）が、「ALARAと放射線防護の良好事例が産業のためにコスト節約をどのように改善するか」のテーマで14ヶ国から18人が参加して2018年12月5日に開催された。JTSではISOE参加事業者から4題、ATCから1題の報告があった。

4.2 ISOE Web サイト (www.isoe-network.net)

ISOEネットワークは、ISOE参加者のための線量低減やALARA情報資源に関する包括的な情報交換Websiteであり、簡単なWebブラウザのインターフェースでISOE情報資源に迅速で統合されたアクセスを提供している。一般およびメンバーのみの両方の情報資源を含んだネットワークは、ISOE刊行物、報告書シンポジウムプロシーディングス、参加者間のリアルタイムのコミュニケーションのためのWebフォーラム、メンバーのアドレスブックISOE職業被ばくデータベースへのオンライン接続を含む、幅広いまた広がる範囲のALARA情報資源へのアクセスを参加者に提供している。

ISOE職業被ばくデータベース

ISOE内でのデータへのユーザーのアクセスを増加させるために、ISOE職業被ばくデータベースは、ISOEネットワークを通してISOE参加者にアクセス可能としている。2005年以来、MADRASとして知られているデータベース統計分析モジュールがネットワーク上で利用可能である。事前に設定された主な分析は以下のものである：

- ・原子力発電所レベルでのベンチマーク
- ・合計年間集団線量
- ・原子炉ごとの平均年間集団線量
- ・原子炉ごとの年間集団線量の一定年数の期間の平均値
- ・産生エネルギー当たりの平均年間集団線量
- ・発電所のランキング
- ・4分位数でのランキング
- ・停止期間中の合計集団線量
- ・原子炉ごとの停止期間中平均集団線量
- ・線量指標（停止期間中集団線量/停止期間中の人・時間）
- ・作業種別ごとの集団線量
- ・職種ごとの集団線量
- ・線量率
- ・多岐にわたる検索

これらの分析の出力は、グラフや表のフォーマットで提示され、今後の利用や引用のためにユーザーにより印刷や保存が可能である。

放射線防護 (RP) ライブラリー

最も利用される Website の機能である RP ライブラリーは、職業被ばく管理における放射線防護の専門家を支援するためにISOEやALARA情報資源の総合カタログをISOEメンバーに提供する。RP ライブラリーには広範な一般向け及び技術的な ISOE 刊行物、報告書、発表内容、議事録などが含まれる。2018 年は、以下の種類の文書が、入手可能であった。

- ベンチマーキング報告書
- RP 経験報告書
- RP 管理文書
- プラント情報関連文書
- ISOE 2 アンケート
- 運転経験報告書
- PR フォーラムのまとめ
- シビアアクシデントマネジメント文書

RP フォーラム

登録された ISOE ユーザーは、職業被ばくの放射線防護に関連する質問、コメントや他の情報をネットワークの他のユーザーに送るために RP フォーラムにアクセスすることができる。フォーラムは、すべてのメンバーのための一般ユーザーグループに加えて、規制に特化したグループや事業者のグループを含んでいる。フォーラムに入力されたすべての質問や解答はウェブサイトの検索機能で検索できるので、どんな情報も潜在的な読者が増える。2018 年には ISOE ウェブサイトに RP の運用経験 (OE) 特化した新たなフォーラムが開設した。これらのフォーラムは、放射線影響や他の OE に関する事象に関する情報をメンバー間で交換することを意図している。

4.3 ISOE ベンチマーキング視察

放射線防護の実践や経験について情報交換を促進するため、ISOE プログラムは、4 地域の技術センターに参加の事業者間で、有志のサイトでのベンチマーキング視察をサポートしている。この視察は、事業者の要請によって、技術センターの支援で開催される。ISOE の下での視察の要請とホスト開催の両方は、事業者と技術センターの部分的な有志の活動である一方、視察後の報告書は ISOE メンバーが（事業者又は規制当局の状況により）ISOE ネットワークウェブサイトを通して入手可能となる。

4.4 ISOE 運営

ISOE 運営とプログラム活動

ISOE プログラムの全体的な運用の一環として進行中の技術及び運営に関する会議が、2018 年全体を通して以下のものを含めて開催された。

ISOE 会合	日程
ISOE ビューロー	6 月 25 日、12 月 5-7 日
ISOE データ分析作業グループ (WGDA)	6 月 28 日、12 月 4 日
28 th ISOE 運営委員会	12 月 6-7 日
WGDA-運営委員トピカルセッション	12 月 5 日
原子力発電所の廃止措置活動における放射線防護に関する作業グループ (WGDECOM)	10 月 1-5 日

ISOE 運営委員会

ISOE 運営委員会は、2018 年の ISOE プログラムの進捗状況を評価し、2019 年作業のプログラムを承認して、プログラムの運用を継続した。

2018 年の運営委員会の考慮している主な重点項目は、ISOE 事務局の革新についてであった。運営委員会の決定により設置された目的を特化したタスクグループは、この問題を調査して、結果を報告した。運営委員会は、2019 年の ISOE プログラムについて、「組織」、「財政的管理」、「活動」、及び「付託事項 (ToR)」の多角的な観点を通してより広範な評価を実施することを決定した。

2018年の他の重要な成果は、原子力発電所の設計、運転および廃止措置における職業被ばく放射線防護の最適化における情報や経験の情報交換のための ISOE プログラムと関係組織との間で締結された技術協力の合意についての新しい文書についての運営委員会による承認であった。

原子力発電所の廃止措置や原子力発電所での他の活動を実施するための許可証を持つ組織のための ISOE プログラムへの参加を拡張する活動が 2017 年に開始した。これに対応して、ISOE の付託事項 (ToR) において「原子力事業者 (utilities)」を「原子力許可事業者 (licensees)」に変更することが、2018年に運営委員会にて同意された。

ISOE データ分析に関する作業グループ (WGDA)

データ分析に関する作業グループ (WGDA) は、2018年の6月と12月に会合を開催した。会合では、引き続き、ISOE データベースの完全性、網羅性、適時性について、及び MADRAS の新しい検索条件の設定を含む ISOE データの収集と分析を改善するための選択肢に重点をおいて検討した。

放射線防護の実施経験についての ISOE メンバー間での情報交換のための追加のフォーラムを設置するための新たな取り組みが WGDA により提案され、実行された。

NATC は、2018年12月4日の WGDA 会合で、ビッグデータに関する新しいプロジェクトについて報告した。NATC 及びイリノイ大学とノートルダム大学からのコンピュータ技術者は、原子炉停止中の ALARA 最適化データベースを開発した。4ループ発電所のウェスチングハウス製原子炉の2か所のサイトの課題が選ばれた。電子線量計を装着した期間の RWP (Radiation Work Permits 放射線作業(量)の許可) (単位：人・時間)は、入力され、各原子炉について 2000年以降の9回の燃料交換のための停止についての実際の作業の指令と関連づけられている。スーパーコンピュータのソフトウェアを用いてデータの分析を行うことにより、繰り返しの PWR 燃料交換作業のための最適な作業の指令や RWP を確認することができる。最も良い RWP (単位：人・時間)や作業の指令は、将来の最適な ALARA 作業計画の定型として認識され、また分類される。

ビッグデータプロジェクトで作られるすべてのデータの総数は300万である。全体で18回の停止の内数回の繰り返しがある PWR の燃料交換作業の割合は、85%である。最も高い線量の作業グループのカテゴリーは溶接工で、次に高いのは放射線防護の技術者である。

ビッグデータを用いた RWP/作業の指令に関するプロジェクトは停止のマネージメントに寄与するものである。このプロジェクトの強みは、どのサイクルであるかには関わらず最も良い RWP と作業の指令が確認できることである。また、停止の管理や ALARA の計画者に提供する文書化したものは、高度の経験を積んだ停止の計画者の退職が見込まれる場合には、重要となる。最終的には、データベースは、燃料交換の停止の開始よりも次期の PWR の停止や作業指令の履行の予測するために用いられた。この予測は、次期の停止について正確なものであった。

他の NATC のメンバーのサイトからのコンピュータ技術部署は、停止の計画と運用のプロセスのために利用することを考慮するために試験的な NATC ビッグデータプロジェクトに関するさらなる情報を求めた。

ISOE 原子力発電所での廃止措置活動の放射線防護の側面に関する作業グループ (WGDECOM)

WGDECOM は第24回運営委員会の際に、原子力施設の廃止措置プロジェクトに関する科学技術情報の交換のための NEA 協力プログラムについての合同トピカルセッションが開催された後に、年次セッション中に付託事項 (ToR) のドラフトが承認されることにより、運営委員会により設置された。

2018年においては、10月に WGDECOM の会合が開催された (フランスのリヨンで開催)。参加者によりグループの活動と成果について検討された。フランスの民間の原子力事業の廃止措置段階にお

ける規制、安全及び放射性廃棄物に関連した広範な情報について、EDF,ASN,IRSN のフランスの関連組織の代表が発表した。ICEDA（運転中の放射性廃棄物貯蔵施設）及びビュジェ 1 号機（廃止措置中の原子炉）への技術視察が会合のプログラムで予定できた。

附属書 1 (Annex 1)

更新された ISOE 付託事項 (2016-2019) における ISOE の参加状況

注: この附属書は 2018 年 12 月 31 日現在の ISOE 正式参加者の状況を提示するものである。

正式参加許可事業者：運転中原子炉

国	許可事業者	プラント名
Armenia	Armenian Nuclear Power Plant (CJSC)	Medzamor 2
Belgium	ENGIE Electrabel	Doel 1, 2, 3, 4 Tihange 1, 2, 3
Brazil	Electrobras Eletronuclear S.A.	Angra 1, 2
Bulgaria	Kozloduy NPP Plc.	Kozloduy 5, 6
Canada	Bruce Power	Bruce A1, A2, A3, A4 Bruce B5, B6, B7, B8
	New Brunswick Electric Power Commission	Point Lepreau
	Ontario Power Generation	Darlington 1, 2, 3, 4 Pickering 5, 6, 7, 8 Pickering 1, 4
China	China Guangdong Nuclear Power Group (CGN)	Daya Bay 1, 2 Ling Ao 1, 2, 3, 4
	CNNP Sanmen Nuclear Power Company	Sanmen 1, 2
	CNNC Qinshan Nuclear Power Company, Ltd	Qinshan 1
	Fujian Ningde Nuclear Power Co., Ltd	Ningde 1, 2, 3, 4
	Fujian Fuqing Nuclear Power Co., Ltd	Fuqing 1, 2, 3, 4
	Jiangsu Nuclear Power Corporation	Tianwan 1, 2
Czech Republic	ČEZ, a. s.	Dukovany 1, 2, 3, 4 Temelin 1, 2
Finland	Fortum Power and Heat Oy	Loviisa 1, 2
	Teollisuuden Voima Oyj (TVO)	Olkiluoto 1, 2
France	Électricité de France (EDF)	Belleville 1, 2 Flamanville 1, 2 Blayais 1, 2, 3, 4 Golfech 1, 2 Bugey 2, 3, 4, 5 Gravelines 1, 2, 3, 4, 5, 6 Cattenom 1, 2, 3, 4 Nogent 1, 2 Chinon B1, B2, B3, B4 Paluel 1, 2, 3, 4 Chooz B1, B2 Penly 1, 2 Civaux 1, 2 Saint-Alban 1, 2 Cruas 1, 2, 3, 4 Saint-Laurent B1, B2 Dampierre 1, 2, 3, 4 Tricastin 1, 2, 3, 4 Fessenheim 1, 2
Hungary	Magyar Villamos Művek Zvt	Paks 1, 2, 3, 4
Japan	Chubu Electric Power Co., Inc.	Hamaoka 3, 4, 5
	Chugoku Electric Power Co., Inc.	Shimane 2
	Hokkaido Electric Power Co., Inc.	Tomari 1, 2, 3
	Hokuriku Electric Power Co.	Shika 1, 2
	Japan Atomic Power Co.	Tokai 2 Tsuruga 2

正式参加許可事業者：運転中原子炉 (続き)

Country	Licensee	Plant name	
	Kansai Electric Power Co., Inc.	Mihama 3 Ohi 3, 4	Takahama 1, 2, 3, 4
	Kyushu Electric Power Co., Inc.	Genkai 2, 3, 4	Sendai 1, 2
	Shikoku Electric Power Co., Inc.	Ikata 3	
	Tohoku Electric Power Co., Inc.	Higashidori 1	Onagawa 1, 2, 3
	Tokyo Electric Power Co.	Fukushima Daini 1, 2, 3, 4	Kashiwazaki Kariwa 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Korea	Korea Hydro and Nuclear Power Co., Ltd. (KHNP)	Hanbit 1, 2, 3, 4, 5, 6 Hanul 1, 2, 3, 4, 5, 6 Kori 2, 3, 4	Shin Kori 1, 2, 3 Shin Wolsong 1, 2 Wolsong 1, 2, 3, 4
Mexico	Comision Federal de Electricidad	Laguna Verde 1, 2	
Netherlands	E.P.Z.	Borssele	
Pakistan	Pakistan Atomic Energy Commission (PAEC)	Chasnupp 1, 2, 3, 4	Kanupp
Romania	Societatea Nationala "Nuclearelectrica" S.A.	Cernavoda 1, 2	
Russia	Rosenergoatom Concern JSC	バラコボ 1, 2, 3, 4 カリーニン 1, 2, 3, 4 コラ 1, 2, 3, 4	ノボボロネジ 4, 5, 6 ロストフ 1, 2, 3, 4
Slovak Republic	Slovenské elektrárne, a.s.	ボフニチエ 3, 4	モホフチエ 1, 2
Slovenia	Nuklearna Elektrarna Krško	Krško 1	
South Africa	ESKOM	Koeberg 1, 2	
Spain	CEN-Foro Nuclear	Almaraz 1, 2 Ascó 1, 2 Cofrentes	Trillo 1 Vandellós 2
Sweden	Forsmarks Kraftgrupp AB (FKA)	Forsmark 1, 2, 3	
	OKG Aktiebolag (OKG)	Oskarshamn 3	
	Ringhals AB (RAB)	Ringhals 1, 2, 3, 4	
Switzerland	Axpo AG	Beznau 1, 2	
	BKW FMB Energie AG	Mühleberg	
	Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG	Gösgen	
	Kernkraftwerk Leibstadt AG	Leibstadt	
Ukraine	National Nuclear Energy Generating Company "Energoatom"	Khmelnitsky 1, 2 Rivne 1, 2, 3, 4	South Ukraine 1, 2, 3 Zaporizhzhya 1, 2, 3, 4, 5, 6
United Kingdom	EDF Energy	Sizewell B	

正式参加許可事業者：運転中原子炉 (続き)

Country	Licensee	Plant name	
United States	American Electric Power Co.	D.C. Cook 1, 2	
	Arizona Public Service Co.	Palo Verde 1, 2, 3	
	Detroit Edison Co.	Fermi 2	
	Dominion Generation	North Anna 1, 2 Millstone 2, 3	Surry 1, 2
	Duke Energy Corp.	Brunswick 1, 2 Catwaba 1, 2 Harris 1	McGuire 1, 2 Oconee 1, 2, 3 Robinson 2
	Energy Northwest	Columbia	
	Entergy Nuclear Operations, Inc.	Palisades	Arkansas One 1, 2
	Exelon Generation Co., LLC	Braidwood 1, 2 Byron 1, 2 Calvert Cliffs 1, 2 Clinton 1 Dresden 2, 3 Ginna 1 LaSalle County 1, 2	Limerick 1, 2 Nine Mile Point 1, 2 Peach Bottom 2, 3 Quad Cities 1, 2 TMI 1
	FirstEnergy Nuclear Operating Co. (FENOC)	Beaver Valley 1, 2 Davis Besse 1	Perry 1
	Luminant Generation Company, LLC.	Comanche Peak 1, 2	
	Nextera Energy Resources, LLC.	Duane Arnold 1 Point Beach 1, 2	Seabrook 1 Turkey Point 3, 4
	Pacific Gas & Electric Company	Diablo Canyon 1, 2	
	PPL Susquehanna, LLC.	Susquehanna 1, 2	
	Public Service Electric & Gas Co.	Hope Creek 1	Salem 1, 2
	South Carolina Electric & Gas Co.	Virgil C. Summer 1	
	South Texas Project Nuclear Operating Co.	South Texas 1, 2	
	Southern Nuclear Operating Company, Inc.	Hatch 1, 2 Farley 1, 2	Vogtle 1, 2
	Tennessee Valley Authority (TVA)	Browns Ferry 1, 2, 3 Sequoyah 1, 2	Watts Barr 1, 2
	Wolf Creek Nuclear Operation Corp.	Wolf Creek	
	XCell Energy	Monticello Prairie Island 1, 2	

建設中及び/又は試運転中の原子炉

Country	Licensee	Plant name
China	Fujian Fuqing Nuclear Power Co., Ltd	Fuqing 5, 6
Finland	Fennovoima Oy	Hanhikivi 1
United Arab Emirates	Nawah Energy Company	Barakah 1, 2, 3, 4
United States	Southern Nuclear Operating Co	Vogtle 3, 4

最終的に停止した原子炉

Country	Licensee	Plant name	
Armenia	Armenian Nuclear Power Plant (CJSC)	Medzamor 1	
Bulgaria	Kozloduy NPP Plc.	Kozloduy 1, 2, 3, 4	
Canada	Hydro Quebec	Gentilly 2	
	Ontario Power Generation	Pickering 2, 3	
France	Électricité de France (EDF)	Bugey 1 Chinon A1, A2, A3	Chooz A St. Laurent A1, A2
Italy	SOGIN Spa	Caorso Garigliano	Latina Trino
Japan	Chubu Electric Power Co., Inc.	Hamaoka 1, 2	
	Chugoku Electric Power Co., Inc.	Shimane 1	
	Japan Atomic Energy Agency	Fugen	
	Japan Atomic Power Co.	Tokai 1	Tsuruga 1
	Kansai Electric Power Co., Inc.	Mihama 1, 2	Ohi 1, 2
	Kyushu Electric Power Co., Inc.	Genkai 1	
	Tokyo Electric Power Co.	Fukushima Daiichi 1, 2, 3, 4, 5, 6	
	Shikoku Electric Power Co., Inc.	Ikata 1, 2	
Korea	Korea Hydro and Nuclear Power Co., Ltd. (KHNP)	Kori 1	
Lithuania	Ignalina Nuclear Power Plant	Ignalina 1, 2	
Russia	Rosenergoatom Concern JSC	ノボボロネジ 1, 2, 3	
Spain	CEN-Foro Nuclear	Santa María de Garoña	
Sweden	Barsebäck Kraft AB	Barsebäck 1, 2	
	OKG AB	Oskarshamn 1, 2	
United States	Detroit Edison Co.	Fermi 1	
	Dominion Generation	Kewaunee	Millstone 1
	Duke Energy Corp.	Crystal River 3	
	Exelon Generation Co., LLC	Dresden 1	Oyster Creek 1
	FirstEnergy Nuclear Operating Co. (FENOC)	TMI 2	
	Omaha Public Power District	Fort Calhoun 1	
	Pacific Gas & Electric Company	Humboldt Bay 1	
	Southern California Edison Co.	San Onofre 1, 2, 3	

参加規制当局

Country	Authority
Armenia	Armenian Nuclear Regulatory Authority (ANRA)
Belarus	Scientific Practical Centre of Hygiene, Ministry of Health
Belgium	Federal Agency for Nuclear Control (FANC)
Brazil	Brazilian Nuclear Energy Commission (CNEN)
Bulgaria	Bulgarian Nuclear Regulatory Agency (NRA)
Canada	Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC)
China	Nuclear and Radiation Safety Centre (MEP)
Czech Republic	State Office for Nuclear Safety (SÚJB)
Finland	Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK)
France	Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN) Direction Générale du Travail (DGT) du Ministère de l'emploi, de la cohésion sociale et du logement, represented by l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)
Germany	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), represented by Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit (GRS) mbH
Japan	Nuclear Regulation Authority (NRA)
Korea	Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)
Lithuania	State Nuclear Power Safety Inspectorate (VATESI)
Netherlands	The Authority for Nuclear Safety and Radiation Protection (ANVS)
Romania	National Commission for Nuclear Activities Control (CNCAN)
Slovak Republic	Public Health Authority of the Slovak Republic (UVZSR)
Slovenia	Slovenian Radiation Protection Administration (SRPA), Ministry of Health Slovenian Nuclear Safety Administration (SNSA)
South Africa	National Nuclear Regulator (NNR)
Spain	Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)
Sweden	Swedish Radiation Safety Authority (SSM)
Switzerland	Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate (ENSI)
Ukraine	State Nuclear Regulatory Inspectorate of Ukraine (SNRIU)
United Arab Emirates	Federal Authority for Nuclear Regulation (FANR)
United Kingdom	The Office for Nuclear Regulation (ONR)
United States	US Nuclear Regulatory Commission (US NRC)

国の技術センターの所属

Country	Technical centre*	Country	Technical centre
Armenia	IAEATC	Mexico	NATC
Belarus	IAEATC	Netherlands	ETC
Belgium	ETC	Pakistan	IAEATC
Brazil	IAEATC	Romania	ETC
Bulgaria	IAEATC	Russia	ETC
Canada	NATC	Slovak Republic	ETC
China	IAEATC	Slovenia	ETC
Czech Republic	ETC	South Africa	IAEATC
Finland	ETC	Spain	ETC
France	ETC	Sweden	ETC
Germany	ETC	Switzerland	ETC
Hungary	ETC	Ukraine	IAEATC
Italy	ETC	United Arab Emirates	IAEATC
Japan	ATC	United Kingdom	ETC
Korea	ATC	United States	NATC
Lithuania	IAEATC		

* 注: ATC: アジア技術センター, IAEATC: IAEA 技術センター, ETC.: 欧州技術センター, NATC: 北アメリカ技術センター

ISOE ネットワークおよび技術センター についての情報

ISOE ネットワークポータルサイト	
ISOE network	www.isoe-network.net
ISOE 技術センター	
欧州地域 (ETC)	Centre d'étude sur l'évaluation de la protection dans le domaine nucléaire (CEPN) Fontenay-aux-Roses, France. www.isoe-network.net
アジア地域 (ATC)	Nuclear Safety Research Association (NSRA) Tokyo, Japan www.nsra.or.jp/isoe/english/index.html
IAEA (IAEATC)	International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, Austria Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA), Vienne, Autriche www-ns.iaea.org/tech-areas/rw-ppss/isoe-iaea-tech-centre.asp
北アメリカ地域 (NATC)	University of Illinois Champagne-Urbana, Illinois, United States http://hps.ne.uiuc.edu/natcisoe/
Joint Secretariat	
OECD/NEA (パリ)	www.oecd-nea.org/jointproj/isoe.html
IAEA (ウィーン)	www-ns.iaea.org/tech-areas/rw-ppss/isoe-iaea-tech-centre.asp

国際協力

- 欧州委員会 European Commission (EC).
- 原子放射線の影響に関する国連科学委員会
United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR).

技術協力合意

- 原子力エネルギー協会 Nuclear Energy Institute (NEI), 18 November 2014 - 18 November 2019.
- 放射性廃棄物管理公社 Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S.A. (ENRESA), 29 May 2015 - 29 May 2020.
- Sociedade Brasileira de Proteção Radiologica (SBPR), 1 December 2016 - 1 December 2021.
- Oak Ridge Associated Universities (ORAU), 10 January 2017 - 10 January 2022.

附属書2 (Annex 2)

ISOE ビューロー、事務局、技術センター

ISOE 運営委員会ビューロー

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Chairperson (Utilities)	HARRIS, Willie EXELON UNITED STATES		HWANG, Tae-Won KHNP KOREA		DO AMARAL, Marcus Antônio ANGRA NPP (RETIRED) BRAZIL	
Chairperson Elect (Utilities)		HWANG, Tae-Won KHNP KOREA		DO AMARAL, Marcus Antônio ANGRA NPP (RETIRED) BRAZIL	RENN, Guy SIZEWELL B UNITED KINGDOM	
Vice-Chairperson (Authorities)	JAHN, Swen-Gunnar ENSI SWITZERLAND		JAHN, Swen-Gunnar ENSI SWITZERLAND		INGHAM, Grant ONR UNITED KINGDOM	
Past Chairperson (Utilities)	ABELA, Gonzague EDF FRANCE		HARRIS, Willie EXELON UNITED STATES		HWANG, Tae-Won KHNP KOREA	

ISOE 合同事務局

OECD Nuclear Energy Agency (OECD/NEA)

SARAEV, Oleg
Nuclear Energy Agency
Division of Radiological Protection and Human Aspects of Nuclear Safety
46, quai Alphonse Le Gallo
92100 Boulogne-Billancourt, France

Tel.: +33 1 73212936
Email: oleg.saraev@oecd-nea.org

LI, Hua
OECD Nuclear Energy Agency
Division of Radiological Protection and Human Aspects of Nuclear Safety
46, quai Alphonse Le Gallo
92100 Boulogne-Billancourt, France

Tel.: +33 1 73212944
Email: hua.li@oecd-nea.org

International Atomic Energy Agency (IAEA)

MA, Jizeng
IAEA Technical Centre
Radiation Safety and Monitoring Section
International Atomic Energy Agency
P.O. Box 100, 1400 Vienna, Austria

Tel.: +43 1 2600 26173
Email: J.Ma@iaea.org

ISOE 技術センター

アジア技術センター (ATC)

TEZUKA, Hiroko
 Asian Technical Centre
 Nuclear Safety Research Association (NSRA)
 5-18-7, Minato-ku, Shimbashi
 Tokyo 105-0004

Tel.: +81 3 5470 1983
 Email: isoeatc@nsra.or.jp

欧州技術センター (ETC)

SCHIEBER, Caroline
 European Technical Centre
 CEPN
 28, rue de la Redoute
 92260 Fontenay-aux-Roses, France

Tel.: +33 1 55 52 19 39
 Email: schieber@cepn.asso.fr

IAEA 技術センター (IAEATC)

MA, Jizeng
 IAEA Technical Centre
 Radiation Safety and Monitoring Section
 International Atomic Energy Agency
 P.O. Box 100, 1400 Vienna, Austria

Tel.: +43 1 2600 26173
 Email: J.Ma@iaea.org

北アメリカ技術センター (NATC)

MILLER, David W.
 NATC Regional Co-ordinator
 North American ALARA Center
 Radiation Protection Department
 Donald C. Cook Nuclear Plant
 One Cook Place
 Bridgman, Michigan 49106, US

Tel.: +1 269 465 5901 x 2305
 Email: dwmiller2@aep.com

附属書3 (Annex 3)

ISOE 運営委員会及びナショナルコーディネータ (2018)

注) ナショナルコーディネータは太字

ARMENIA		
	PYUSKYULYAN, Konstantin	Medzamor 2 NPP
	POGHOSYAN, Lusine	Armenian Nuclear Regulatory Authority (ANRA)
BELARUS		
	NIKALAYENKA, Alena	Republican Unitary Enterprise "Scientific Practical Centre of Hygiene", Ministry of Health
BELGIUM		
	VANHEMELRYCK, Fery	ENGIE Electrabel
	HENRY, François	Federal Agency for Nuclear Control (FANC)
BRAZIL		
	DO AMARAL, Marcos Antônio	Angra NPP (retired)
BULGARIA		
	NIKOLOV, Atanas	Kozloduy NPP
	KATZARSKA, Lidia	Bulgarian Nuclear Regulatory Agency
CANADA		
	PRITCHARD, Colin	Bruce Power
	ELLASCHUK, Bernard	Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC)
	MILLER, David E	Bruce Power
CHINA		
	YANG, Duanjie	Nuclear and Radiation Safety Centre (MEP)
	JIANG, Jianqi	Qinshan NPP
CZECH REPUBLIC		
	FARNIKOVA, Monika	Temelin NPP, ČEZ a.s.
	FUCHSOVÁ, Dagmar	State Office for Nuclear Safety (SÚJB)
FINLAND		
	KONTIO, Timo	Loviisa NPP
	RIIHILUOMA, Veli	Radiation and Nuclear Safety Authority (STUK)
FRANCE		
	WEICKERT, Philippe	Électricité de France (EDF)
	GUANNEL, Yves	Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN)
	SAINTAMON, Fabrice	Électricité de France (EDF)
GERMANY		
	STAHL, Thorsten	Gesellschaft für Anlagen-und Reaktorsicherheit mbH (GRS)
HUNGARY		
	BUJTAS, Tibor	Paks NPP

ITALY	MANCINI, Francesco	SOGIN SpA
JAPAN	HAYASHIDA, Toshiyuki	Tokyo Electric Power Company
	HATANO, Kyouzuke	Kyushu Electric Power Co., Inc.
	TAGUCHI, Tatsuya	Nuclear Regulation Authority (NRA)
KOREA	KIM, Byeong-Soo	Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)
	HWANG, Tae-Won	Korea Hydro and Nuclear Power. Co. Ltd (KHNP)
	LEE, Byeoung-kug	Korea Hydro and Nuclear Power. Co. Ltd (KHNP)
LITHUANIA	TUMOSIENĖ, Kristina	State Nuclear Power Safety Inspectorate (VATESI)
	RAUBA, Kestus	Ignalina NPP
MEXICO	MORGADO ACOSTA, David	Laguna Verde NPP
NETHERLANDS	MEIJER, Hans	Borssele NPP, EPZ
	ARENDS, Patrick	Authority for Nuclear Safety and Radiation Protection (ANVS)
PAKISTAN	MANNAN, Abdul	Chasnupp NPP
ROMANIA	SIMIONOV, Vasile	Cernavoda NPP
RUSSIA	DOLJENKOV, Igor	Rosenergoatom Concern JSC
	SEMENOVYKH, Anton	All-Russian Research Institute for Nuclear Power Plant Operation (VNIIAES)
SLOVAK REPUBLIC	REMENEČ, Boris	ボフニチェ NPP
	DRÁBOVÁ, Veronika	Public Health Authority of the Slovak Republic (UVZSR)
SLOVENIA	BREZNIK, Borut	Krško NPP
	JUG, Nina	Slovenian Radiation Protection Administration, Ministry of Health
SOUTH AFRICA	MAREE, Marc	Koeberg NPP
	MPETE, Louisa	National Nuclear Regulator (NNR)
SPAIN	GUILLÉN, Nicolás	Almaraz NPP
	LABARTA, Teresa	Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)
SWEDEN	HANSSON, Petra	Swedish Radiation Safety Authority (SSM)
	SVEDBERG, Torgny	Ringhals NPP

SWITZERLAND

RITTER, Andreas Leibstadt NPP
JAHN, Swen-Gunnar Swiss Nuclear Safety Inspectorate (ENSI)

UKRAINE

BEREZHNAYA, Tatyana National Nuclear Energy Generation Company
 "Energoatom"
CHEPURNYI, Yurii State Nuclear Regulatory Inspectorate

UNITED ARAB EMIRATES

AZIZ, Maha Federal Authority for Nuclear Regulation (FANR)

UNITED KINGDOM

RENN, Guy Sizewell B NPP
REES, Vaughan Office for Nuclear Regulation (ONR)

UNITED STATES

BROCK, Terry US Nuclear Regulatory Commission
BOYER, Brad Prairie Island NPP
WOOD, David D.C. Cook NPP

Participation in the ISOE MB meetings in an advisory capacity

Technical centre representatives

ATC

NOMURA, Tomoyuki Nuclear Safety Research Association (NSRA),
 Japan
TEZUKA, Hiroko Nuclear Safety Research Association (NSRA),
 Japan

ETC

BELTRAMI, Laure-Anne CEPN, France
D'ASCENZO, Lucie CEPN, France
SCHIEBER, Caroline CEPN, France

IAEATC

MA, Jizeng IAEA, Austria

NATC

DOTY, Richard College of Engineering, University of Illinois, US
MILLER, David W. D.C. Cook NPP, US

Chairs of ISOE working groups

WGDA

PRITCHARD, Colin Bruce Power, Canada

WGDECOM

HALE, James Mike Kewaunee NPP (retired), US

附属書 4 (Annex 4)
ISOE Working Groups (2018)

Working Group on Data Analysis (WGDA)

Chair: PRITCHARD, Colin (Canada) Vice-Chair: HAGEMeyer, Derek (US)

BRAZIL

DO AMARAL, Marcos Antônio Angra NPP (retired) (ISOE Chair)

CANADA

ELLASCHUK, Bernard Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC)
PRITCHARD, Colin Bruce Power

CZECH REPUBLIC

FARNIKOVA, Monika Temelin NPP

FRANCE

BELTRAMI, Laure-Anne CEPN/ETC
D'ASCENZO, Lucie CEPN/ETC
GENIAUX, Aude Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN)
JOLIVET, Patrick Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)
ROCHER, Alain Électricité de France (EDF)
SCHIEBER, Caroline CEPN/ETC
WEICKERT, Philippe Électricité de France (EDF)

GERMANY

STAHL, Thorsten Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH

JAPAN

NOMURA, Tomoyuki Nuclear Safety Research Association (NSRA)/ATC
SUZUKI, Akiko Nuclear Regulation Authority (NRA)
TEZUKA, Hiroko Nuclear Safety Research Association (NSRA)/ATC

KOREA

HWANG, Tae-won Korea Hydro and Nuclear Power Corporation Ltd. (KHNP)
KIM, Byeong-soo Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)
KONG, Tae-young Korea Hydro and Nuclear Power Corporation Ltd. (KHNP)
LIM, Jae-kyung Korea Hydro and Nuclear Power Corporation Ltd. (KHNP)

ROMANIA

SIMIONOV, Vasile Cernavoda NPP

RUSSIA

SEMENOVYKH, Anton All-Russian Research Institute for Nuclear Power Plant
Operation (VNIIAES)

SLOVENIA

BREZNIK, Borut Krško NPP

SPAIN

LABARTA, Teresa Consejo de Seguridad Nuclear (CSN)

SWEDEN

HENNIGOR, Staffan Forsmark NPP
SVEDBERG, Torgny Ringhals NPP

UNITED KINGDOM

REES, Vaughan Office for Nuclear Regulation (ONR)

UNITED STATES

ANDERSON, Ellen Nuclear Energy Institute (NEI) (under TCA)
 BOYER, Brad Prairie Island NPP
 BROCK, Terry US Nuclear Regulatory Commission
 HAGEMeyer, Derek Oak Ridge Associated Universities (ORAU, under TCA)
 HARRIS, Willie O. Exelon Nuclear
 MILLER, David .W D.C. Cook Plant/NATC

ISOE JOINT SECRETARIAT

MA, Jizeng International Atomic Energy Agency (IAEA)
 SARAEV, Oleg OECD Nuclear Energy Agency (NEA)

**Working Group on Radiological Protection Aspects of Decommissioning
 Activities
 at Nuclear Power Plants (WGDECOM)**

Chair: HALE, James Mike (US) Vice-Chair: CALAVIA, Ignacio (Spain)

BRAZIL

ALBUQUERQUE VIEIRA, Flavia Angra NPP
 ESTANQUEIRA PINHO, Bruno Angra NPP

CANADA

ELLASCHUK, Bernard Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC)

FRANCE

ARIES NASSER, Marie-Eve Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN)
 BELTRAMI, Laure-Anne European Technical Centre (ETC), CEPN
 BOUSSETTA, Benjamin EDF – DP2D
 COUASNON, Olivier Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)
 RANCHOUX, Gilles EDF – DP2D
 VAILLANT, Ludovic European Technical Centre (ETC), CEPN

ITALY

MANCINI, Francesco Sogin SpA

KOREA

SOHN, Wook Korean Hydro & Nuclear Power (KHNP)

ROMANIA

NEDELCU, Alexandru Cernavoda NPP

RUSSIA

VOLKOV, Victor Rosenergoatom Concern JSC
 RACHUBA, Alexandr Leningrad NPP
 VINNIKOV, Dmitriy Leningrad NPP

SPAIN

CALAVIA, Ignacio Nuclear Safety Council (CSN)
 CAMPOS, José ENRESA (under TCA)
 MUÑOZ GOMEZ, Raul CEN - Foro Nuclear

SWEDEN

HANSSON, Petra Swedish Radiation Safety Authority (SSM)

SWITZERLAND

NEUKÄTER, Erwin Mühleberg NPP

UNITED STATES

ANDERSON, Ellen Nuclear Energy Institute (NEI) (under TCA)
 HALE, James Mike Kewaunee NPP (retired)
 McCARTHY, Jack Exelon Corporation, Oyster Creek NPP
 MILLER, David.W North American Technical Centre (NATC), D.C. Cook NPP
 ROBERTS, Sarah Oak Ridge Associated Universities (ORAU) (under TCA)

OBSERVERS

BELGIUM

VANHEMELRYCK, Fery ENGIE Electrabel

GERMANY

KAULARD, Joerg TÜV Rheinland ISTec GmbH

KOREA

KIM, Byeong-Soo Korea Institute of Nuclear Safety (KINS)

UNITED STATES

HARRIS, Willie Exelon Generation
 MESSIER, Christopher C. BHI Energy
 TARZIA, James P. Radiation Safety & Control Services Inc.
 WILLIAMS, Donald E. (Nick) Zion Solutions

INTERNATIONAL ORGANISATIONS

LIN, Jihtong OECD Nuclear Energy Agency (NEA)/RWM, liaison wth CPD

JOINT SECRETARIAT

MA, Jizeng International Atomic Energy Agency (IAEA)
 SARAEV, Oleg OECD Nuclear Energy Agency (NEA)

附属書 5 (Annex 5)**List of ISOE publications****Reports**

- NEA (2020), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twenty-Sixth Annual Report of the ISOE Programme, 2017*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2018a), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twenty-Sixth Annual Report of the ISOE Programme, 2016*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2018b), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twenty-Fifth Annual Report of the ISOE Programme, 2015*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2017a), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twenty-Fourth Annual Report of the ISOE Programme, 2014*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2017b), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twenty-Third Annual Report of the ISOE Programme, 2013*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2015), "Occupational Radiation Protection in Severe Accident Management (EG-SAM) Report", NEA/CRPPH/R(2014)5.
- NEA (2014), "Radiation Protection Aspects of Primary Water Chemistry and Source-Term Management Report", NEA/CRPPH/R(2014)2.
- NEA (2013), "The International System on Occupational Exposure: An ALARA Success Story Relying on Strong Individual Commitments, Effective International Feedback and Exchanges, and a Robust Database", NEA/CRPPH/R(2013)6.
- NEA (2012), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twenty-Second Annual Report of the ISOE Programme, 2012*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2011a), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twenty-First Annual Report of the ISOE Programme, 2011*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2011b), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Nineteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2009*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2010a), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twentieth Annual Report of the ISOE Programme, 2010*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2010b), *L'organisation du travail pour optimiser la radioprotection professionnelle dans les centrales nucléaires*, OCDE Publishing, Paris.
- NEA (2010c), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Eighteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2008*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2009a), *Work Management to Optimise Occupational Radiological Protection at Nuclear Power Plants*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2009b), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Seventeenth Annual Report of the ISOE Programme, 2007*, OECD Publishing, Paris.

- NEA (2008), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Sixteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2006*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2007), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Fifteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2005*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2006), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Fourteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2004*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2005a), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Thirteenth Annual Report of the ISOE Programme, 2003*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2005b), *Optimisation in Operational Radiation Protection*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2004), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Twelfth Annual Report of the ISOE Programme, 2002*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2003a), *Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants: Third ISOE European Workshop, Portoroz, Slovenia, 17-19 April 2002*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2003b), *ISOE - Information Leaflet*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2002a), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Eleventh Annual Report of the ISOE Programme, 2001*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2002b), *ISOE - Information System on Occupational Exposure, Ten Years of Experience*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2001), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Tenth Annual Report of the ISOE Programme, 2000*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (2000), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Ninth Annual Report of the ISOE Programme, 1999*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (1999a), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Eighth Annual Report of the ISOE Programme, 1998*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (1999a), *Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: Seventh Annual Report of the ISOE Programme, 1997*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (1997), *Work Management in the Nuclear Power Industry*, OECD Publishing, Paris (also available in Chinese, German, Russian and Spanish).
- NEA (1998), *ISOE - Sixth Annual Report: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: 1969-1996*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (1997), *ISOE - Fifth Annual Report: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: 1969-1995*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (1996), *ISOE - Fourth Annual Report: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: 1969-1994*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (1995), *ISOE - Third Annual Report: Occupational Exposures at Nuclear Power Plants: 1969-1993*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (1994), *ISOE - Nuclear Power Plant Occupational Exposures in OECD Countries: 1969-1992*, OECD Publishing, Paris.
- NEA (1993), *ISOE - Nuclear Power Plant Occupational Exposures in OECD Countries: 1969-1991*, OECD Publishing, Paris.

ISOE News

- 2016 No. 24 (October)
 2015 No. 23 (November)
 2014 No. 22 (March)
 2013 No. 20 (July), No. 21 (December)
 2012 No. 19 (July)
 2011 No. 17 (September), No. 18 (December)
 2010 No. 15 (March), No. 16 (December)
 2009 No. 13 (January), No. 14 (July)
 2008 No. 12 (October)
 2007 No. 10 (July); No. 11 (December)
 2006 No. 9 (March)
 2005 No. 5 (April); No. 6 (June); No. 7 (October); No. 8 (December)
 2004 No. 2 (March); No. 3 (July); No. 4 (December)
 2003 No. 1 (December)

ISOE Information Sheets**Asian Technical Centre**

- No. 44: Nov. Republic of Korea: Summary of national dosimetric trends
2016
- No. 43: Nov. Japanese dosimetric results: FY 2015 data and trends
2016
- No. 42: Nov. Republic of Korea: Summary of National Dosimetric Trends
2015
- No. 41: Nov. Japanese Dosimetric Results: FY 2014 data and trends
2015
- No. 40: Nov. Republic of Korea: Summary of National Dosimetric Trends
2014
- No. 39: Oct. Japanese Dosimetric Results: FY 2013 data and trends
2014
- No. 38: Nov. Republic of Korea: Summary of National Dosimetric Trends
2013
- No. 37: Nov. Japanese Dosimetric Results: FY 2012 data and trends
2013
- No. 36: Dec. Japanese Dosimetric Results: FY 2011 data and trends
2012
- No. 35: Nov. Japanese Dosimetric Results: FY 2010 data and trends
2011
- No. 34: Oct. Republic of Korea: Summary of National Dosimetric Trends
2009
- No. 33: Oct. Japanese Dosimetric Results: FY 2008 data and trends
2009

-
- No. 32: Jan. Japanese Dosimetric Results: FY 2007 data and trends
2009
- No. 31: Nov. Republic of Korea: Summary of National Dosimetric Trends
2007
- No. 30: Oct. Japanese dosimetric results: FY 2006 data and trends
2007
- No. 29: Nov. Japanese Dosimetric Results : FY 2005 Data and Trends
2006
- No. 28: Nov. Japanese Dosimetric Results : FY 2004 Data and Trends
2005
- No. 27: Nov. Achievements and Issues in Radiation Protection in the
2004 Republic of Korea
- No. 26: Nov. Japanese occupational exposure during periodic inspection at
2004 PWRs and BWRs ended in FY 2003
- No. 25: Nov. Japanese dosimetric results: FY2003 data and trends
2004
- No. 24: Oct. Japanese Occupational Exposure of Shroud Replacements
2003
- No. 23: Oct. Japanese Occupational Exposure of Steam Generator Replacements
2003
- No. 22: Oct. Korea, Republic of; Summary of National Dosimetric Trends
2003
- No. 21: Oct. Japanese occupational exposure during periodic inspection at
2003 PWRs and BWRs ended in FY 2002
- No. 20: Oct. Japanese dosimetric results: FY2002 data and trends
2003
- No. 19: Oct. Korea, Republic of; Summary of National Dosimetric Trends
2002
- No. 18: Oct. Japanese occupational exposure during periodic inspection at
2002 PWRs and BWRs ended in FY 2001
- No. 17: Oct. Japanese dosimetric results: FY2001 data and trends
2002
- No. 16: Oct. Japanese occupational exposure during periodical inspection
2001 at PWRs and BWRs ended in FY 2000
- No. 15: Oct. Japanese Dosimetric results: FY 2000 data and trends
2001
- No. 14: Sept. Japanese Occupational Exposure During Periodical Inspection
2000 at LWRs Ended in FY 1999
- No. 13: Sept. Japanese Dosimetric Results: FY 1999 Data and Trends
2000
- No. 12: Oct. Japanese Occupational Exposure During Periodical Inspection
1999 at LWRs Ended in FY 1998
- No. 11: Oct. Japanese Dosimetric Results: FY 1998 Data and Trends
1999
- No. 10: Nov. Experience of 1st Annual Inspection Outage in an ABWR
1999
- No. 9: Oct. 1999 Replacement of Reactor Internals and Full System
Decontamination at a Japanese BWR

- No. 8: Oct. 1998 Japanese Occupational Exposure During Periodical Inspection at LWRs Ended in FY 1997
- No. 7: Oct. 1998 Japanese Dosimetric Results: FY 1997 data
- No. 6: Sept. Japanese Occupational Exposure during Periodical Inspection at LWRs ended in FY 1996
- No. 5: Sept. Japanese Dosimetric Results: FY 1996 data 1997
- No. 4: July 1996 Japanese Occupational Exposure during Periodical Inspection at LWRs ended in FY 1995
- No. 3: July 1996 Japanese Dosimetric Results: FY 1995 data
- No. 2: Oct. 1995 Japanese Occupational Exposure during Periodical Inspection at LWRs ended in FY 1994
- No. 1: Oct. 1995 Japanese Dosimetric Results: FY 1994 data

European Technical Centre

- No. 62: Feb. Survey on Reactor Coolant Pumps Strategies (2018) 2019
- No. 61: Mar. Survey on the values and uses of the monetary of the man.Sievert (in 2017) 2018
- No. 60: Nov. European Dosimetric Results for 2015 2016
- No. 59: Jul. European Dosimetric Results for 2014 2016
- No. 58: Oct. European dosimetric results for 2013 2015
- No. 57: Sep. European dosimetric results for 2012 2015
- No. 56: Dec. European dosimetric results for 2011 2012
- No. 55: Nov. Man-Sievert Monetary Value Survey (2012 Update) 2012
- No. 54: Feb. European dosimetric results for 2010 2012
- No. 53: Feb. European dosimetric results for 2009 2011
- No. 52: Apr. PWR Outage Collective Dose: Analysis per sister unit group for the 2002-2007 period 2010
- No. 51: Dec. European dosimetric results for 2008 2009
- No. 50: Sep. Outage duration and outage collective dose between 1996 - 2006 for VVERs 2009
- No. 49: Sep. Outage duration and outage collective dose between 1996 - 2006 for BWRs 2009
- No. 48: Sep. Outage duration and outage collective dose between 1996 - 2006 for PWRs 2009
- No. 47: Feb. European dosimetric results for 2007 2009

- No. 46: Oct. European dosimetric results for 2006
2007
- No. 44: July Preliminary European dosimetric results for 2005
2006
- No. 43: May 2006 Conclusions and recommendations from the Essen Symposium
- No. 42: Nov. Self-employed Workers in Europe
2005
- No. 41: Oct. Update of the annual outage duration and doses in European
2005 reactors (1994-2004)
- No. 40: Aug. Workers internal contamination practices survey
2005
- No. 39: July Preliminary European dosimetric results for 2004
2005
- No. 38: Nov. Update of the annual outage duration and doses in European
2004 reactors (1993-2003)
- No. 37: July Conclusions and recommendations from the 4th European ISOE
2004 workshop on occupational exposure management at NPPs
- No. 36: Oct. Update of the annual outage duration and doses in European
2003 reactors (1993-2002)
- No. 35: July
2003 Preliminary European dosimetric results for 2002
- No. 34: July
2003 Man-Sievert monetary value survey (2002 update)
- No. 33: March Update of the annual outage duration and doses in European
2003 reactors (1993-2001)
- No. 32: Nov. Conclusions and Recommendations from the 3rd European ISOE
2002 Workshop on Occupational Exposure Management at Nuclear Power
Plants
- No. 31: July Preliminary European Dosimetric Results for the year 2001
2002
- No. 30: April Occupational exposure and steam generator replacements -
2002 update
- No. 29: April Implementation of Basic Safety Standards in the regulations
2002 of European countries
- No. 28: Dec. Trends in collective doses per job from 1995 to 2000
2001
- No. 27: Oct. Annual outage duration and doses in European reactors
2001
- No. 26: July Preliminary European Dosimetric Results for the year 2000
2001
- No. 25: June Conclusions and recommendations from the 2nd EC/ISOE workshop
2000 on occupational exposure management at nuclear power plants
- No. 24: June List of BWR and CANDU sister unit groups
2000
- No. 23: June Preliminary European Dosimetric Results 1999
2000
- No. 22: May 2000 Analysis of the evolution of collective dose related to
insulation jobs in some European PWRs

- No. 21: May 2000 Investigation on access and dosimetric follow-up rules in NPPs for foreign workers
- No. 20: April Preliminary European Dosimetric Results 1998
1999
- No. 19: Oct. ISOE 3 data base - New ISOE 3 Questionnaires received (since 1998
1998 Sept 1998)
- No. 18: Sept. The Use of the man-Sievert monetary value in 1997
1998
- No. 17: Dec. Occupational Exposure and Steam Generator Replacements, update
1998
- No. 16: July Preliminary European Dosimetric Results for 1997
1998
- No. 15: Sept. PWR collective dose per job 1994-1995-1996 data
1998
- No. 14: July PWR collective dose per job 1994-1995-1996 data
1998
- No. 12: Sept. Occupational exposure and reactor vessel annealing
1997
- No. 11: Sept. Annual individual doses distributions: data available and
1997 statistical biases
- No. 10: June Preliminary European Dosimetric Results for 1996
1997
- No. 9: Dec. 1996 Reactor Vessel Closure Head Replacement
- No. 7: June 1996 Preliminary European Dosimetric Results for 1995
- No. 6: April Overview of the first three Full System Decontamination
1996
- No. 4: June 1995 Preliminary European Dosimetric Results for 1994
- No. 3: June 1994 First European Dosimetric Results: 1993 data
- No. 2: May 1994 The influence of reactor age and installed power on collective
dose: 1992 data
- No. 1: April Occupational Exposure and Steam Generator Replacement
1994

IAEA Technical Centre

- No. 9: Aug. 2003 Preliminary dosimetric results for 2002
- No. 8: Nov. 2002 Conclusions and Recommendations from the 3rd European ISOE
Workshop on Occupational Exposure Management at Nuclear Power
Plants
- No. 7: Oct. 2002 Information on exposure data collected for the year 2001
- No. 6: June 2001 Preliminary dosimetric results for 2000
- No. 5: Sept. Preliminary dosimetric results for 1999
2000
- No. 4: April IAEA Workshop on implementation and management of the ALARA
1999 principle in nuclear power plant operations, Vienna
22-23 April 1998
- No. 3: April IAEA technical co-operation projects on improving occupational
1999 radiation protection in nuclear power plants

No. 2: April IAEA Publications on occupational radiation protection
1999

No. 1: Oct. 1995 ISOE Expert meeting

North American Technical Centre

2018-1. 2018	Jun.	3-Year Rolling Average Annual Dose Comparisons Canada Reactors (CANDU) 2015-2017 Occupational Dose Benchmarking Charts
2017-5. 2017	Jun.	3-Year Rolling Average Annual Dose Comparisons Canada Reactors (CANDU) 2014-2016 Occupational Dose Benchmarking Charts
2017-4. 2017	Sept.	North American Boiling Water Reactor (BWR) 2016 Occupational Dose Benchmarking Charts
2017-3. 2017	Sept.	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2016 Occupational Dose Benchmarking Charts
2017-2. 2017	Sept.	North American Boiling Water Reactor (BWR) 2015 Occupational Dose Benchmarking Charts
2017-1. 2017	Sept.	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2015 Occupational Dose Benchmarking Charts
2016-1. 2016	Jun.	3-Year Rolling Average Annual Dose Comparisons Canada Reactors (CANDU) 2013-2015 Occupational Dose Benchmarking Charts
2015-1. 2015	Jun.	3-Year Rolling Average Annual Dose Comparisons Canada Reactors (CANDU) 2012-2014 Occupational Dose Benchmarking Charts
2014-3: 2014	Jun.	3-Year Rolling Average Annual Dose Comparisons Canada Reactors (CANDU) 2011-2013 Occupational Dose Benchmarking Charts
2014-2: 2014	Aug.	Kewaunee PWR Low Dose Outage Worker Study
2014-1: 2014	July	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2013 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-13: 2012	Sept.	2011 CANDU Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-12: 2012	July	North American Boiling Water Reactor (BWR) 2008 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-11: 2012	July	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2008 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-10: 2012	July	North American Boiling Water Reactor (BWR) 2007 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-9: 2012	July	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2007 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-8: 2012	Sept.	North American Boiling Water Reactor (BWR) 2011 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-7: 2012	Sept.	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2011 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-6: 2012	Sept.	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2011 Occupational Dose Benchmarking Charts

2012-5: 2012	July	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2010 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-4: 2012	July	North American Boiling Water Reactor (BWR) 2009 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-3: 2012	July	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2009 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-2: 2012	July	North American Boiling Water Reactor (BWR) 2006 Occupational Dose Benchmarking Charts
2012-1: 2012	July	North American Pressurized Water Reactor (PWR) 2006 Occupational Dose Benchmarking Charts
2010-14: 2010	June	NATC Analysis of Teledosimetry Data from Multiple PWR Unit Outage CRUD Bursts
2003-8: 2003	Aug.	US PWR - Reactor Head Replacement Dose Benchmarking Study
2003-5: 2003	July	North American BWR - 2002 Occupational Dose Benchmarking Charts
2003-4: 2003	July	U.S. PWR - 2002 Occupational Dose Benchmarking Chart
2003-2: 2003	July	3-Year rolling average annual dose comparisons - US BWR 2000- 2002 Occupational Dose Benchmarking Charts
2003-1: 2003	July	3-Year rolling average annual dose comparisons - US PWR 2000- 2002 Occupational Dose Benchmarking Charts
2002-5: 2002	July	US BWR - 2001 Occupational Dose Benchmarking Chart
2002-4: 2002	July	US PWR - 2001 Occupational Dose Benchmarking Chart
2002-2: 2002	July	3-Year rolling average annual dose comparisons - US BWR 1999- 2001 Occupational Dose Benchmarking Charts
2002-1: 2002	Nov.	3-Year rolling average annual dose comparisons - US PWR 1999- 2001 Occupational Dose Benchmarking Charts
2001-7: 2001	Nov.	US PWR 5-Year Dose Reduction Plan: Donald C. Cook Nuclear Power Plant
2001-5: 2001	Dec.	US BWR - 2000 Occupational Dose Benchmarking Chart
2001-4: 2001	Dec.	US PWR - 2000 Occupational Dose Benchmarking Chart
2001-3: 2001	Nov.	3-Year rolling average annual dose comparisons - Canada reactors (CANDU) 1998-2000 Occupational Dose Benchmarking Charts
2001-2: 2001	July	3-Year rolling average annual dose comparisons - US BWR 1998- 2000 Occupational Dose Benchmarking Charts
2001-1: 2001	July	3-Year rolling average annual dose comparisons - US PWR 1998- 2000 Occupational Dose Benchmarking Charts

ISOE international and Regional Symposia

Asian Technical Centre

Oct. 2018 (Kyoto, Japan) 2018 ISEI International Symposium

Sept. 2016 (Fukushima, 2016 ISOE Asian ALARA Symposium
Japan)
Sept. 2015 (Tokyo, Japan) 2015 ISOE Asian ALARA Symposium
Sept. 2014 (Gyeongju, Korea) 2014 ISOE Asian ALARA Symposium
Aug. 2013 (Tokyo, Japan) 2013 ISOE International ALARA Symposium
Sept. 2012 (Tokyo, Japan) 2012 ISOE Asian ALARA Symposium
Aug. 2010 (Gyeongju, Korea) 2010 ISOE Asian ALARA Symposium
Sept. 2009 (Aomori, Japan) 2009 ISOE Asian ALARA Symposium
Nov. 2008 (Tsuruga, Japan) 2008 ISOE International ALARA Symposium
Sept. 2007 (Seoul, Korea) 2007 ISOE Asian Regional ALARA Symposium
Oct. 2006 (Yuzawa, Japan) 2006 ISOE Asian Regional ALARA Symposium
Nov. 2005 (Hamaoka, Japan) First Asian ALARA Symposium

European Technical Centre

Jun. 2018 (Uppsala, Sweden)	2018 ISOE European Symposium
Jun. 2016 (Brussels, Belgium)	2016 ISOE International ALARA Symposium
April 2014 (Bern, Switzerland)	2014 ISOE European ALARA Symposium
June 2012 (Prague, Czech Republic)	2012 ISOE European Regional ALARA Symposium
Nov. 2010 (Cambridge, UK)	2010 ISOE International ALARA Symposium
June 2008 (Turku, Finland)	2008 ISOE European Regional ALARA Symposium
March 2006 (Essen, Germany)	2006 ISOE International ALARA Symposium
March 2004 (Lyon, France)	Fourth ISOE European Workshop on Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants
April 2002 (Portoroz, Slovenia)	Third ISOE European Workshop on Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants
April 2000 (Tarragona, Spain)	Second EC/ISOE Workshop on Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants
Sept. 1998 (Malmö, Sweden)	First EC/ISOE Workshop on Occupational Exposure Management at Nuclear Power Plants

IAEA Technical Centre

May 2015 (Rio de Janeiro, Brazil)	2015 ISOE International ALARA Symposium
Oct. 2009 (Vienna, Austria)	2009 ISOE International ALARA Symposium

North American Technical Centre

Jan. 2018 (Ft. Lauderdale, FL, US)	2018 ISOE North-American ALARA Symposium
Jan. 2017 (Ft. Lauderdale, FL, US)	2017 ISOE International ALARA Symposium
Jan. 2016 (Ft. Lauderdale, FL, US)	2016 ISOE North American ALARA Symposium
Jan. 2015 (Ft. Lauderdale, FL, US)	2015 ISOE North American ALARA Symposium
Jan. 2014 (Ft. Lauderdale, FL, US)	2014 ISOE North American ALARA Symposium
Jan. 2013 (Ft. Lauderdale, FL, US)	2013 ISOE North American ALARA Symposium
Jan. 2012 (Ft. Lauderdale, FL, US)	2012 ISOE International ALARA Symposium
Jan. 2011 (Ft. Lauderdale, FL, US)	2011 ISOE North American ALARA Symposium
Jan. 2010 (Ft. Lauderdale, FL, US)	2010 ISOE North American ALARA Symposium
Jan. 2009 (Ft. Lauderdale, FL, US)	2009 ISOE North American ALARA Symposium
Jan. 2008 (Ft. Lauderdale, FL, US)	2008 ISOE North American ALARA Symposium

Jan. 2007 (Ft. Lauderdale, FL, 2007 ISOE International ALARA Symposium
US)
Jan. 2006 (Ft. Lauderdale, FL, 2006 ISOE North American ALARA Symposium
US)
Jan. 2005 (Ft. Lauderdale, FL, 2005 ISOE International ALARA Symposium
US)
Jan. 2004 (Ft. Lauderdale, FL, 2004 North American ALARA Symposium
US)
Jan. 2003 (Orlando, FL, US) 2003 International ALARA Symposium
Feb. 2002 (Orlando, FL, US) North American National ALARA Symposium
Feb. 2001 (Orlando, FL, US) 2001 International ALARA Symposium
Jan. 2000 (Orlando, FL, US) North American National ALARA Symposium
Jan. 1999 (Orlando, FL, US) Second International ALARA Symposium
March 1997 (Orlando, FL, US) First International ALARA Symposium

NEA PUBLICATIONS AND INFORMATION

The full **catalogue of publications** is available online at www.oecd-nea.org/pub.

In addition to basic information on the Agency and its work programme, the NEA website offers free downloads of hundreds of technical and policy-oriented reports. The professional journal of the Agency, **NEA News** - featuring articles on the latest nuclear energy issues - is available online at www.oecd-nea.org/nea-news.

An **NEA monthly electronic bulletin** is also distributed free of charge to subscribers, providing updates of new results, events and publications. Sign up at www.oecd-nea.org/bulletin.

Visit us on **Facebook** at www.facebook.com/OECDNuclearEnergyAgency or follow us on **Twitter** @OECD_NEA.